



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Trabajo de grado para obtener el título de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**CEREAL RECONSTITUIDO DE AVENA CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA
EMPLEANDO CÁSCARA DE NARANJA Y CACAO**

Estudiante:

VERÓNICA FERNANDA SALAZAR MOROCHO

Director de Tesis:

Lic. Tania María Guzmán MSc.

Santo Domingo – Ecuador

MARZO, 2015

**CEREAL RECONSTITUIDO DE AVENA CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA
EMPLEANDO CÁSCARA DE NARANJA Y CACAO**

Lic. Tania María Guzmán MSc.

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Cuenca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcelo Ortiz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo, de 2015.

Autor: VERÓNICA FERNANDA SALAZAR MOROCHO
Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÒGICA EQUINOCCIAL.
Título de Tesis: CEREAL RECONSTITUIDO DE AVENA CON
ALTO CONTENIDO DE FIBRA EMPLEANDO
CÁSCARA DE NARANJA Y CACAO
Fecha : MARZO, 2015

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad de la autora.

Verónica Fernanda Salazar Morocho
C.I. 172320666-8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo, de 2015.

Ing. Daniel Anzúles

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por la señorita: VERÓNICA FERNANDA SALAZAR MOROCHO, cuyo tema es: **CEREAL RECONSTITUIDO DE AVENA CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA EMPLEANDO CÁSCARA DE NARANJA Y CACAO**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,

Lic. Tania María Guzmán MSc
DIRECTORA DE TESIS.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Nancy y Nelson por estar siempre conmigo y enseñarme que en la vida todo se alcanza con esfuerzo y dedicación, a mi madre que ha sido el pilar principal en mi vida y la mujer que me ha enseñado a ser una persona de bien, que me acompañado en cada momento difícil y con sus palabras y su amor forjo una persona de bien, gracias mami.

A mi complemento perfecto, David, que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis preciosas hijas Fernanda y Arely para quienes ningún sacrificio es suficiente, que con su luz han iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

A mí querida tía Lili, quien ha sido como mi hermana, supo apoyarme e incentivarme para culminar mis estudios a través de sus consejos y amor.

A mi abuelita Rudy, quien ha sido como mi segunda madre, tomada de su mano inicie mi aprendizaje en la vida y con la sabiduría de Dios me ha enseñado a ser quien soy y a luchar por lo que me propongo.

A mi familia en general quienes por ellos soy lo que soy, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, el ser maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar, que supo llenarme de sabiduría para desarrollar y culminar este proyecto.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

A mi Directora de Tesis Lic. Tania Guzmán que me ha orientado y apoyado para la elaboración de este trabajo, a todos los Ingenieros que fueron parte de mis conocimientos adquiridos en mi vida universitaria.

A mis amigos y compañeros de estudio, sin ellos no hubiera sido posible alcanzar todos los logros que obtuve en la universidad, incluyendo esta tesis.

A mi familia por su apoyo y ayuda moral incondicional, quienes han permitido que pueda confiar en mí mismo para vencer en cada batalla presentada, y sobre todo, son quienes me hacen sentir realmente amado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PAG.
Portada	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal	ii
Responsabilidad del Autor	iii
Informe del Director de Tesis	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo.....	xv
Executive summary.....	xvi

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Alcance	3
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Hipótesis	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	Antecedentes	5
2.2.	Fundamentos teóricos.....	6
2.2.1.	Generalidades del cacao.....	6
2.2.1.1.	Introducción.....	6
2.2.1.2.	El cacao en el Ecuador	7
2.2.1.3.	Producción en la zona de Santo Domingo.....	7
2.2.1.4.	Cáscara de cacao	8
2.2.1.5.	Utilización del cacao.....	9
2.2.2.	Generalidades de la naranja	10
2.2.2.1.	Introducción.....	10
2.2.2.2	Producción de naranja en el Ecuador.....	10
2.2.2.3	Cáscara de naranja	11
2.2.2.4	Usos de la naranja	11
2.2.3	Generalidades de la avena.....	12
2.2.3.1	Introducción.....	12
2.2.3.2	Composición de la avena	13
2.2.3.3	Beneficios y Usos de la avena	14
2.2.4	Generalidades del azúcar.....	14
2.2.4.1	Introducción.....	14
2.2.4.2	Azúcar en polvo	15
2.2.4.3	Composición del azúcar	16
2.2.5	Cereales Industrializados	16
2.2.6	Proceso de secado.....	17
2.2.6.1	Temperatura de secado	18
2.2.6.2	Humedad inicial del producto	18
2.2.6.3	Tipos de secadores	18
2.2.6.3.1	Secador de bandeja con corriente de aire	19
2.2.7	Proceso de Molienda.....	20

2.2.8	Tamizado	21
2.2.9	Proceso de mezclado	21
2.2.10	Las harinas.....	21
2.2.11	Alimentos reconstituyentes.....	22

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Sitio del estudio	24
3.1.1.	Localización geográfica	24
3.1.2.	Ubicación en el tiempo	24
3.2.	Materiales, instrumentos y recursos	24
3.2.1.	Materiales	24
3.2.2.	Equipos	25
3.2.3.	Reactivos	25
3.2.4.	Materia prima	25
3.3.	Diseño experimental, factores y variables de estudio	25
3.3.1.	Variables independientes	25
3.3.2.	Variables respuesta.....	26
3.3.3.	Unidad experimental	26
3.3.4.	Tratamientos	26
3.3.4.1.	Factor de estudio	26
3.3.4.2.	Interacciones.....	27
3.3.5.	Programa y modelo estadístico	27
3.4.	Manejo del experimento	28
3.4.1.	Elaboración del producto.....	28
3.4.1.1.	Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración del cereal	28
3.4.1.2.	Memoria técnica para la elaboración de harina de cáscara de cacao	29

3.4.1.3.	Memoria técnica para la elaboración de harina de cascara de naranja	30
3.4.1.4.	Preparación de la mezcla del concentrado	31
3.4.2.	Medición de variables.....	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Obtención del concentrado de la cascara de naranja y cacao; caracterización fisico-químicamente.....	33
4.2	Caracterización bromatológica (fibra dietética, fibra bruta, pH y acidez) de las diferentes formulaciones según diseño del cereal reconstituido. ...	34
4.2.1	Fibra dietética.....	34
4.2.2	Fibra bruta.....	36
4.2.3	Ph	39
4.2.4	Acidez	41
4.3	Realización del análisis de los atributos sensoriales (sabor, color, textura y aroma) a todos los tratamientos.	44
4.3.1	Tabulación de los resultados de la cata hedónica	44
4.3.2	Aroma	47
4.3.3	Sabor	48
4.3.4	Color	49
4.3.5	Textura.....	50
4.4	Realización del análisis bromatológico y microbiológico al mejor tratamiento.....	51
4.4.1	Análisis bromatológico	51
4.4.2	Análisis microbiológico	52
4.5	Diseño del secador de bandejas.	53
4.5.1	Balance de masa	53
4.5.2.	Balance de energía	55

4.5.3.	Dimensionamiento del secador	56
--------	------------------------------------	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	57
5.2.	Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....		60
ANEXOS.....		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de la cascara de cacao	9
Tabla 2.	Composición físico-química de la cáscara de naranja	11
Tabla 3.	Composición nutricional de la avena	13
Tabla 4.	Composición nutricional del azúcar	16
Tabla 5.	Tipos de secadores y productos en los que se utiliza	19
Tabla 6.	Factores y niveles del diseño de experimentos	26
Tabla 7.	Interacciones de los componentes analizados en el diseño	27
Tabla 8.	Medición de variables	32
Tabla 9.	Análisis bromatológico del concentrado	33
Tabla 10.	Modelo matemático para el comportamiento de la fibra dietética	35
Tabla 11.	Modelo matemático para el comportamiento de la fibra bruta.....	37
Tabla 12.	Modelo matemático para el comportamiento el pH.....	40
Tabla 13.	Modelo matemático para el comportamiento el pH.....	42
Tabla 14.	Análisis bromatológico del Cereal reconstituyente.....	51
Tabla 15.	Análisis microbiológico del Cereal reconstituyente	52
Tabla 16.	Datos obtenidos en el balance de masa a nivel laboratorio	53
Tabla 17.	Datos obtenidos del balance de energía a nivel laboratorio.....	55
Tabla 18.	Datos obtenidos para el dimensionamiento del secador.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	El Cacao	6
Figura 2.	Naranja	10
Figura 3.	Avena.....	13
Figura 4.	Azúcar.....	15
Figura 5.	Secador de bandejas	20
Figura 6.	Resutados del parámetro Fibra Dietética	34
Figura 7.	Resultados Fibra Dietética	35
Figura 8.	Resultados del parámetro Fibra Bruta	36
Figura 9.	Resultados Fibra Bruta.....	38
Figura 10.	Resultados del parámetro pH.....	39
Figura 11.	Resultados pH.....	40
Figura 12.	Resultados del parámetro Acidez.....	41
Figura 13.	Resultados Acidez	43
Figura 14.	Resultados de las muestras 1y 14.....	44
Figura 15.	Resultados de la muestra 2.....	45
Figura 16.	Resultados de las muestras 3, 8 y 15.....	45
Figura 17.	Resultados de la evaluación sensorial de las muestras 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 y 13.	46
Figura 18.	Resultados del parámetro de Aroma	47
Figura 19.	Resultados del parámetro de Sabor	48
Figura 20.	Resultados del parámetro de Color	49
Figura 21.	Resultados del parámetro de Textura	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Cuadro de los resultados bromatológicos	66
ANEXO 2.	Análisis de varianza de la Fibra Dietética del cereal reconstituido .	67
ANEXO 3.	Análisis de varianza de la Fibra Bruta del cereal reconstituido.....	68
ANEXO 4.	Análisis de varianza de la Acidez del cereal reconstituido.....	69
ANEXO 5.	Análisis de varianza del pH del cereal reconstituido.....	70
ANEXO 6.	Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de un Cereal reconstituido a nivel de planta piloto.	71
ANEXO 7.	Balance de materia para la obtención de un Cereal reconstituido..	73
ANEXO 8.	Balance de energía para la obtención de un Cereal reconstituido.	82
ANEXO 9.	Dimensionamiento del secador de bandejas.....	97
ANEXO 10.	Análisis de fibra dietética de los trataientos	100
ANEXO 11.	Análisis Bromatológico de los tratamientos	110
ANEXO 12.	Análisis Bromatológico del Concentrado	111
ANEXO 13.	Análisis Bromatológico del Cereal Reconstituido	112
ANEXO 14.	Análisis Microbiológico del Cereal Reconstituido	113
ANEXO 15.	Rendimiento de la obtención del concentrado.....	115
ANEXO 16.	Costo de producción del Cereal Reconstituido.....	116
ANEXO 17.	Fotografías de la elaboración del del Cereal Reconstituido	117
ANEXO 18.	Etiqueta del Cereal Reconstituido	119
ANEXO 19.	Prueba sensorial mediante catación del Cereal Reconstituido	120
ANEXO 20.	Norma Inen 2471 : 2010. Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos	121

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo proyecta el proceso detallado de la elaboración del cereal reconstituido de avena con alto contenido de fibra empleando cáscara de naranja y cacao, y tiene la finalidad de aprovechar las cáscaras de cacao y naranja como una de las materias primas para la elaboración de este producto, el cual se elaboró en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo.

Para llevar a cabo la investigación, se realizó primero la obtención de las harinas de cáscara de cacao y naranja, estos dos residuos se secaron a una temperatura de 70 °C durante 6 horas. Posterior a eso se formuló diferentes combinaciones entre porcentajes de avena, azúcar y concentrado (harina compuestas de cáscara de cacao y cáscara de naranja con una relación 1:1).

Según el diseño experimental que se aplicó y las pruebas de catación, se determinó que el mejor tratamiento a aplicar es de 20% azúcar, 22.5% de concentrado y 57.5% de avena para la elaboración de este cereal reconstituido. Este tratamiento obtuvo un 4,79% de fibra dietética, fue el porcentaje máximo en relación a los otros tratamientos. Cuenta con un aporte de ingesta de fibra dietética recomendada del 16% y de fibra bruta del 38%.

A este cereal se le aplicó los análisis bromatológicos y microbiológicos correspondientes, concluyendo que el producto permanece en perfectas condiciones higiénicas porque según la Norma INEN 2471:2010 de las mezclas en polvo cumple con los requisitos requeridos.

El rendimiento del producto fue 42.83%. El costo de 200 gr de cereal reconstituyente de \$ 1.22 dólares. Este cereal reconstituido de avena es una excelente alternativa para aquellas personas que prefieren consumir alimentos sanos y ricos en fibra.

EXECUTIVE SUMMARY

The present research paper casts the detailed elaboration of reconstituted oat cereal with high fiber using orange peel and cocoa process and aims to take advantage of cocoa and orange peels as a raw material for the preparation of this product, which was developed in the “Universidad Tecnológica Equinoccial” in Santo Domingo.

First, to conduct the research, it was performed by collecting the cocoa shell flour and orange, these two residues were dried at a temperature of 70 ° C for 6 hours. After that, it was formulated different mixtures between percentages of oats, sugar and concentrate (compound flour shell flour cocoa and orange peel with a 1.1 relation).

According to the experimental design that was applied and the cupping tests, it was determined that the best treatment to be applied is 20% sugar, 22.5% and 57.5% concentrated oat for this reconstituted manufactured cereal. This treatment got 4.79% dietary fiber, it was the highest percentage compared to the other treatments. It has a contribution of recommended dietary fiber intake of 16% and 38% raw fiber.

Corresponding bromatológicos and microbiological analyzes were applied in this cereal, concluding the product that remains in a sanitary condition because according to Standard INEN 2471: 2010 powder mixtures accomplish the qualifications required.

The performance of product was 42.83%. The cost of reconstituting cereal 200g of \$ 1.22. This reconstituted oatmeal product is an excellent alternative for those people who prefer to eat healthy and high-fiber foods.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas está representada actualmente por un alto porcentaje de población económicamente activa dedicada a la agricultura, siendo esta la actividad de mayor importancia para la provincia. Entre la gran variedad de productos que se cultivan en la zona destacamos los frutos del cacao y la naranja.

Los granos del cacao son utilizados para la elaboración de chocolate mientras que la pulpa de la naranja es utilizada para la elaboración de jugos, néctares etc., pero como se conoce durante la transformación de estas materias primas en productos procesados, se obtienen residuos tales como la cáscara del cacao y de la naranja, residuos que son ricos en contenido de fibra y en la actualidad están siendo desechados o utilizados como abono orgánico, sin dar provecho a su alto contenido de fibra, es decir se desaprovecha la oportunidad de dar un valor agregado y nuevas utilidades agroindustriales a los residuos y por consecuencia la generación de nuevos ingresos económicos. (Vera, 2003)

La falta de ideas agroindustriales, tecnologías y más alternativas destinadas al proceso de los residuos, han limitado la utilización de la cáscara del cacao y de la naranja, provocando lo ya mencionado antes, el desecho de los mismos. Si no se aprovechan los residuos del cacao y la naranja como subproductos generando nuevas alternativas de proceso, estaremos perdiendo la oportunidad de elaborar nuevos productos ricos en contenido de fibra lo cual demandara mano de obra y de esta manera generando fuentes empleo, más aun con su expendio aumentaran los ingresos económicos. Al mencionar alternativas se hace referencia a nuevas ideas de procesos agroindustriales que permitan el

surgimiento de nuevos productos a partir de los residuos de frutas tal es el caso de la cáscara de la naranja y del cacao, productos destinados a la repostería como galletas, como parte de formulaciones en la elaboración del pan, cereales instantáneos ricos en fibra enriquecidos con cereales, dulces etc. (Saval, 2012)

La principal alternativa a tomarse en cuenta y de mayor interés de las ya antes mencionadas es la elaboración de un cereal reconstituido rico en contenido de fibra nutriente que será aportado por los residuos como es la cáscara de naranja y cacao, el desarrollo de este producto contribuirá a la nutrición y al aprovechamiento de los subproductos como recursos para la elaboración de nuevos productos.

1.2. Justificación

Los residuos de materias primas que se producen en abundancia en la zona como es el caso de la cascara de naranja y del cacao, se desechan sin aprovechar su alto contenido rico en fibra. Mediante la elaboración de productos como los cereales reconstituidos se resolverá el aprovechamiento de los residuos otorgándoles un valor agregado y de esta manera se contribuirá a la nutrición de la población debido a su alto contenido en fibra haciendo referencia hoy en día a la baja ingesta de fibra y deficiencia nutricional de la población.

Este alimento tiene como destino toda la población desde los más pequeños hasta los ancianos debido a que es una bebida que aporta un alto contenido rico en fibra lo cual contribuye a la salud de toda las personas.

El proyecto no tendrá un impacto ecológico negativo, al contrario se contribuirá a la disminución de los desperdicios, siendo este un impacto ecológico positivo para la zona.

Para la realización del cereal reconstituido se obtienen las harinas o polvos de la cascara de la naranja y cacao mediante un previo secado y molido, los cuales son mezclados en relación 1:1 formando el primer factor, junto a cereales propios de la zona con la finalidad de aumentar su valor nutricional. La mezcla de las harinas de los residuos formaran un solo factor, los cereales que se añaden forman el segundo factor y como tercer último factor es el azúcar, de esta manera el diseño experimental constara de tres factores y no será extenso lo cual permitirá una pronta realización de la investigación con resultados positivos.

1.3. Alcance

Elaborar un cereal reconstituido con características excelentes en el aspecto organoléptico y nutricional con un alto contenido de fibra, mediante la utilización de la cascara de naranja y de cacao de Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Obtener un cereal reconstituido rico en fibra mediante la utilización de cáscara de naranja y cáscara del cacao en la UTE Santo Domingo 2014.

1.4.2. Objetivos específicos

- Obtener un concentrado de la cáscara de naranja y cacao; caracterizarlas fisico-químicamente.
- Caracterizar bromatológicamente (pH, acidez, fibra dietética y fibra bruta) las diferentes formulaciones según diseño del cereal reconstituido.
- Realizar un análisis de los atributos sensoriales (sabor, color, textura y aroma) a todos los tratamientos.

- Realizar el análisis físico-químico, microbiológico al mejor tratamiento.
- Diseñar el secador de bandejas.

1.5. Hipótesis

Ho: Con la utilización de la cascara de naranja y del cacao no se puede obtener un cereal reconstituido con alto contenido de fibra.

Ha: Con la utilización de la cascara de naranja y del cacao se obtiene un cereal reconstituido con alto contenido de fibra.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Según la investigación sobre la utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos, se plantea la formulación de un alimento tipo “snack” que utiliza residuos en polvo procedente de la industria que procesa jugo de naranja, como fuente de fibra dietética.

Para esto se elaboraron 6 formulaciones, utilizando el polvo con 3 niveles de humedad (25, 15 y 10%) que se incorporó a 2 mezclas, una compuesta por un 33,3% de polvo de naranja, 33,3% de miel, 16,6% de maní tostado y molido y 16,6% de pasas molidas y otra compuesta por un 28,6% de polvo de naranja, 35,7% de miel, 17,85% de maní y 17,85% de pasas.

El residuo de naranja presentó un contenido de 64% de fibra dietética total, 54% fibra dietética insoluble y 10% fibra dietética soluble. Los “snack” tuvieron forma esférica con 2,5cm de diámetro y 10g de peso; una humedad que fluctuó entre 12,6 y 17,4%, y una actividad de agua entre 0,65 a 0,71. La composición proximal (base materia seca), fluctuó entre 1,6 y 1,9% de cenizas; 12,3 y 15,2% de lípidos; 6,1 y 7,1% de proteínas y 56,2 a 59,6% de hidratos de carbono con 326,8 a 342,9 Kcal/100g de producto.

El aporte de fibra en los “snack” fluctuó entre un 20 a 26% de fibra dietética total, 18 a 22% de fibra dietética insoluble y 3,0 a 4,5% de fibra dietética soluble. El “snack” con mayor contenido de polvo de naranja presentó el mayor contenido de fibra dietética. Los “snack” fueron bien aceptados por el panel de evaluación sensorial sin registrar diferencias significativas entre los distintos tratamientos (Sáenz, Estevéz y Sanhueza, 2007).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Generalidades del cacao

2.2.1.1. Introducción

“*Theobroma cacao* L, es el nombre científico que recibe el *árbol de cacao* o *cacaotero*. *Theobroma*, en griego, significa 'bebida de los dioses'; *cacao* viene del náhuatl 'cacahuatl'. El nombre científico lleva añadida al final una *L.*, que es la inicial del apellido del naturalista sueco que clasificó la planta, Carlos Linneo”.

El árbol de cacao es una planta tropical que crece en climas cálidos y húmedos, concentrándose su producción en una banda estrecha de no más de 20 grados al norte y al sur de la Línea Ecuatorial. El cacao fino de aroma es un producto ecológico, cuyo cultivo ha sido preservado por siglos, donde interviene sólo la mano del hombre.

Ecuador registró el nombre de “Cacao Arriba” en el Instituto de Propiedad Intelectual (IEPI). Es el primer producto agrícola ecuatoriano en ostentar esta protección respetada internacionalmente (Braudeau, 1970).



Fuente: www.proecuador.gob.ec
Figura 1. El Cacao

2.2.1.2. El cacao en el Ecuador

El Ecuador posee una gran superioridad en este producto: más del 63% de la producción mundial de Cacao Fino y de Aroma se encuentra en nuestras tierras, convirtiéndonos en el mayor productor de cacao de aroma del mundo.

El cacao de fino aroma, también conocido como cacao arriba, que se cultiva en zonas con altitud desde el nivel del mar hasta 1200 msnm, se caracteriza por su aroma floral y frutal concentrado, ideal para chocolatería fina.

Este tipo de cacao, tiene características individuales distintivas, de toques florales, frutales, nueces, almendras, especias que lo hace único y especial, esto ha generado un prestigio importante, favorable, destacable, indispensable y representativo para el país.

Todos estos detalles de sabor y aroma están en el origen genético del grano, que se logra con el correcto tratamiento post-cosecha, sumado a condiciones naturales de suelo, clima, temperatura, luminosidad que convergen en un solo punto, en un solo territorio, en el mágico y maravilloso Ecuador.

El país ocupa el sexto puesto en exportaciones de cacao en general (no solo fino aroma), pero en América Latina Ecuador es el productor número uno, por encima de Brasil. En el 2013 las exportaciones de Ecuador fueron de 205 000 toneladas (El comercio, 2013).

2.2.1.3. Producción en la zona de Santo Domingo

Santo Domingo hoy forma parte del top de producción nacional. Ocupa el quinto lugar, según el Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca (Magap), con 19 837 hectáreas sembradas y 13603 de superficie cosechada (cifra del 2012). Está por debajo de Manabí, Los Ríos, Guayas, Esmeraldas. Esto ha hecho

que incluso la provincia Tsáchila fuera sede de actos destacados del sector.

En el 2012 se realizó el primer festival del cacao nacional fino de aroma, la elección de la reina nacional del cacao y ahora se ha firmado un convenio con la Unión Europea para la industrialización del secado de este producto, la Prefectura de Santo Domingo lo gestionó.

Rodrigo García, director de Desarrollo Económico de Santo Domingo, indica que los saberes de los agricultores son parte de la concepción de producción y que se apunta a que Santo Domingo se convierta, en tres años más, en la capital del cacao.

La ubicación que tiene Santo Domingo también ha influido en el crecimiento del sector. Según el Magap, en Santo Domingo el principal producto agrícola fue el cacao durante el 2011. La producción en toneladas fue de 11220,33. Le siguieron el plátano, la palma aceitera, el palmito y la yuca. El cultivo de cacao más importante fue el de la variedad CCN51 (81%), mientras que el cacao nacional fino de aroma representó el 19% del total (El Comercio, 2013).

2.2.1.4. Cáscara de cacao

La cáscara de cacao es conocida como mazorca. Su forma varía considerablemente y sirve de base para determinar las diferencias entre las variedades dentro de las especies. De la mazorca del cacao, la cáscara o corteza es la parte que representa el mayor volumen (Suarez, 1987).

La cáscara contiene vitaminas A y C, minerales como calcio y magnesio, así como fibra y pectina que la convierten en un ingrediente excepcional para la cocina saludable y la industria alimentaria. El sabor neutro que posee permite que la cáscara del cacao pueda ser utilizada como insumo en diversas áreas de la industria.

Tabla 1. Composición de la cascara de cacao

	Contenido (%)
Humedad	83.61
Proteína Cruda (N x 6.25)	0.82
Grasa Cruda	0.2
Fibra Cruda	3.16
Cenizas	1.73
Extracto libre de Nitrógeno	10.5

Fuente: Caisapanta, 2014

2.2.1.5. Utilización del cacao

La producción de chocolate se realiza fermentando la pulpa que acompaña a las semillas, las cuales luego son separadas de la pulpa fermentada, secada al sol, tostada y luego molida; de este polvo básico de cacao se extrae posteriormente la manteca de cacao y el cacao en polvo.

El cacao en polvo se usa esencialmente para dar sabor a galletas, helados, bebidas y tortas. Además de su utilización para dar sabor, se emplea también en la producción de coberturas para confitería y en postres congelados. El cacao en polvo lo consume también la industria de bebidas, por ejemplo en la preparación de batidos de chocolate (Crespo del Campo y Crespo A., 1997).

También se emplea para elaborar dulces, en confitería y bebidas; los subproductos se destinan a la alimentación animal; la manteca de cacao se emplea en cosmetología y el fruto se usa en la elaboración de chocolate.

2.2.2. Generalidades de la naranja

2.2.2.1. Introducción

La naranja es una fruta cítrica comestible obtenida del naranjo dulce. Es una fruta carnosa de cáscara más o menos gruesa y endurecida, y su pulpa está formada típicamente por once gajos u hollejos llenos de jugo, el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales.

Sus características nutricionales ayudan al fortalecimiento de las defensas del organismo, debido a su contenido de vitaminas C, B1, B2, B3, B5, B6 y E; sales minerales, ácidos orgánicos, pectina, componentes que fortalecen a la circulación y propiedades anti cancerígenas del estómago.



Fuente: www.fairtrasa.com/
Figura 2. Naranja

2.2.2.2 Producción de naranja en el Ecuador

En el Ecuador, la provincia que posee mayor producción de naranja es Manabí especialmente en los cantones Chone y Flavio Alfaro. La producción de la naranja en el país ha aumentado en los últimos años, de acuerdo a la fuente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. La naranja como producto asociado tiene una mayor producción y como producto solo la producción es menor (Little, Wadsworth y Marrero, 2001).

2.2.2.3 Cáscara de naranja

Es rica en fósforo, calcio, fibras y carbohidratos, que ofrece energía al cuerpo para realizar sus tareas diarias; es eficaz en el combate al cáncer de mama y colon. La cascara de naranja tiene más proteínas, carbohidratos, fibras y fósforo que la fruta. Estudios recientes han demostrado que las cáscaras de los cítricos como la naranja son excelentes fuentes de antioxidantes naturales, además los subproductos de cítricos como albedo, flavedo y harina de cáscara, contienen fibra, proteínas flavonoides y antioxidantes, con ello, la presencia de fibra dietética y antioxidantes funcionales de los cítricos permiten su aplicación en el procesamiento de alimentos para obtener productos saludables (Stefan).

Tabla 2. Composición físico-química de la cáscara de naranja

	Materia seca	90.00
Componentes principales (%)	proteína	6.00
	carbohidratos	62.70
	grasas	3.40
	fibra	13.00
	cenizas	6.90
Minerales (%)	calcio	2.00
	magnesio	0.16
	fósforo	0.10
	potasio	0.62
	azufre	0.06

Fuente: Dermain y Salomon, 1986

2.2.2.4 Usos de la naranja

La naranja es utilizada para hacer jugo, postres, conservas, dulces, comidas de sal y es ideal para darle ese toque especial a las carnes. Beber jugo puro de

naranja en ayunas ayuda a prevenir enfermedades virales como la gripe, gracias a su concentración de vitamina C, aunque no es su única vitamina (ya que tiene el complejo B, D y E).

La hoja de naranja sirve como un saborizante en las comidas dulces y cuando las hojas están secas, si se las quema el humo es muy aromático y aleja a insectos como moscas y mosquitos. La cáscara de naranja tiene variadas aplicaciones en las que podemos aprovecharlas, como por ejemplo: piel de naranja glaseada, mermelada de naranja.

La ralladura de naranja es el sabor estándar en muchas bebidas artificiales y en algunas conservas y suplementos vitamínicos, para facilitar la tarea de consumo a los niños. Es utilizada en algunos postres, porque les da el aroma y sabor ideales.

2.2.3 Generalidades de la avena

2.2.3.1 Introducción

Avena sativa, es el nombre científico de la avena, este cereal que pertenece a la familia de las gramíneas. El cultivo de la avena tiene su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales (Martínez, 2010).

Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo. Se la siembra a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano. Es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla. Es muy sensible a la sequía, sobre todo en el período de formación del grano.

Debido a que el sistema reticular de la avena es más profundo, puede aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por lo que requiere de menor cantidad de fertilizantes para su desarrollo.



Fuente: comesano.es

Figura 3. Avena

2.2.3.2 Composición de la avena

La avena es uno de los cereales más completos. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base de la alimentación de pueblos y civilizaciones como la escocesa, irlandesa y algunos pueblos de las montañas Asiáticas.

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digestibles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo (Fonnegra y Jiménez, 2007).

Tabla 3. Composición nutricional de la avena

Componentes	% s
Hidratos de carbono	58.20
Agua	13.30
Celulosa	10.30
Proteínas	12.00
Materia grasa	4.80
Materias minerales	3.10

Fuente: Hernandez, 2010

2.2.3.3 Beneficios y Usos de la avena

La avena es muy rica en dos tipos de fibra, fibra insoluble, muy adecuada para favorecer el tránsito intestinal y evitar el estreñimiento, y fibra soluble, que resulta muy recomendable para reducir el colesterol ya que dificulta su absorción intestinal. El fósforo y azufre, que aporta la avena, son necesarios para el cerebro y para la fragilidad de las uñas, caída del pelo y arrugas prematuras de la piel.

Su presentación puede encontrarse en polvo, entera normal y de cocimiento lento o de cocimiento rápido. La manera más fácil de incorporarla a las comidas es a modo de cereales. Los cereales procesados a base de avena que son consumidos en el desayuno en conjunto con la leche, para aprovechar mejor los nutrientes. También se recomienda consumir la avena entera y no la de cocimiento rápido.

La avena es muy recomendada para aquellas personas que necesitan aumentar su capacidad energética, como los estudiantes, personas abatidas o con constante sensación de sueño o estrés permanente. Esto la convierte en un alimento muy importante para comenzar el día (Fonnegra y Jiménez, 2007).

Si se la ingiere durante el desayuno provee nutrientes y da una sensación de llenura por horas. Ayuda a estabilizar los niveles de azúcar en la sangre; esto hace que sea un cereal eficaz en tratamientos de diabetes no insulínicas.

2.2.4 Generalidades del azúcar

2.2.4.1 Introducción

Se denomina azúcar, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya

fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamada azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. La sacarosa se encuentra en todas las plantas, y en cantidades apreciables en otras plantas distintas de la caña de azúcar o la remolacha, como el sorgo y el arce azucarero.

En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar para designar a los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono (Vincent, Álvarez y Zaragoza, 2006).



Fuente: hablemosdeazucar.com.mx
Figura 4. Azúcar

2.2.4.2 Azúcar en polvo

Llamado también azúcar impalpable es un tipo de azúcar que se caracteriza por estar pulverizado o molido a tamaño de polvo (con cristales de un diámetro inferior a 0,15 mm) con añadido de 2 o 3% de almidón.

Se utiliza en repostería para cubrir y dar un último toque de decoración a postres o dulces. Mezclada con agua caliente y limón produce el glaseado con el que se decoran postres. Mezclando el azúcar glas con un poco de agua, se obtiene una pasta con la que se puede decorar los dulces o pasteles, y que al secarse forma una fina capa de un elegante brillo blanquecino y crujiente.

Por su textura extremadamente fina, el azúcar glas espolvoreado sobre un postre permite que el sabor dulce del azúcar se derrita instantáneamente en la boca, a diferencia del azúcar granulado común (Martínez, 2010).

2.2.4.3 Composición del azúcar

Tabla 4. Composición nutricional del azúcar

	Por 100 g de porción comestible
Energía (Kcal)	398
Proteínas (g)	0
Lípidos totales (g)	0
AG saturados (g)	0
AG monoinsaturados (g)	0
AG polinsaturados (g)	0
Colesterol (mg/1000 Kcal)	0
Hidratos de carbono (g)	99.5
Fibra (g)	0
Agua (g)	0.5

Fuente: Moreira y Col, 2013

2.2.5 Cereales Industrializados

Generalmente los cereales llegan a nuestras manos, después de un proceso de transformaciones que modifican las características nutricionales del grano. Entre estos tenemos:

Cereales expandidos: actualmente son la base del desayuno de niños, jóvenes y adultos, constituyen por si mismo un buen alimento, completo y recomendable,

son una de las formas más completas de consumir cereales y suelen venir complementados con vitamina y minerales, de tal forma que 30 gr suministra aproximadamente el 25% de todos los requerimientos diarios de vitamina y minerales en solo 114 Kcal. Contienen poca grasa, poco sodio y bastante fibra (Hernández, 2014).

Los cereales industrializados se elaboran a partir de los granos puros de cereales, consumir un cereal para desayunar nos brinda enormes facilidades y comodidades pues no requiere de ningún trabajo para su preparación y no se necesita mucho tiempo para comerlo, además de que son:

- De fácil disponibilidad
- No se necesitan condiciones especiales para su conservación
- Tienen una elevada vida de anaquel

Estos cereales generalmente tienen un contenido nutricional menor al de los cereales enteros, debido a los procesos de manufactura. Por tanto los cereales suelen estar enriquecidos restaurándoles los principales nutrimentos removidos. Entre las vitaminas y nutrimentos inorgánicos (minerales) que se adicionan se encuentran: el hierro, la tiamina, niacina, riboflavina, entre otros.

2.2.6 Proceso de secado

La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa. Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso de secado cesa.

2.2.6.1 Temperatura de secado

La temperatura del aire de secado es el parámetro de mayor flexibilidad en un sistema de secado a altas temperaturas e influye en la tasa y la eficiencia de secado y en la calidad del producto final. Un aumento de esta temperatura significa un menor consumo de energía por unidad de agua evaporada y una mayor tasa de secado. Por otro lado, las temperaturas de secado más elevadas pueden causar daños térmicos más marcados en los granos. La temperatura de secado, junto con los flujos de aire y de granos, determina la cantidad de agua evaporada en un secador (Alfaro, 2014).

2.2.6.2 Humedad inicial del producto

El contenido de humedad inicial también influye en la tasa de secado. Cuanto más elevado sea el contenido de humedad de un producto, mayor será la cantidad de agua evaporada por unidad de energía. Con elevados contenidos de humedad, las fuerzas de adsorción de la estructura celular del material sobre las moléculas de agua, son menores que cuando el contenido de humedad del producto es más bajo (Alfaro, 2014).

2.2.6.3 Tipos de secadores

Existen muchos tipos de secadores empleados en la deshidratación de alimentos, la selección de un secador depende de la naturaleza del alimento, lo que se desea obtener del producto terminado, la economía y las condiciones de operación (Desrosier, 1997).

Tabla 5. Tipos de secadores y productos en los que se utiliza

Secadores	Velocidad de secado	Temperatura de secado	Capacidad evaporativa máxima Kg/h	Ejemplo de producto
Secador de tambor	Moderado	55 - 90 °C	410	Leche, ciertos jugos y hortalizas, papilla, gelatina
Cámara de secado al vacío	Rápida	15 - 200 °C	18200	Zumos, extractos de carnes. Chocolate.
Secador de banda continuo (atmosférico)	Moderado	20 - 150 °C	-	Hortalizas y frutas.
Secadores rotatorios	Moderado	45 - 120 °C	1820 - 5445	Semillas de cacao, frutos secos, cereales, pulpa de manzana.
Secadores de bandejas	Moderado	20 - 150°C	55 - 75	Frutas y hortalizas.
Hornos secadores	Lenta	60 °C	-	Manzanas y algunas hortalizas.
Secadores de túnel	Moderado	Máx. 250 °C	-	Frutas y hortalizas.
De cinta sinfín	Moderado	100 - 220 °C	1820	Cereales de desayuno, frutas, confitería, galletas.
Spray o atomización	Rápida	200 - 300 °C	15900	Polvos, café instantáneo, leche en polvo.

Fuente: Fito, Grau, Barat y Albors; 2001

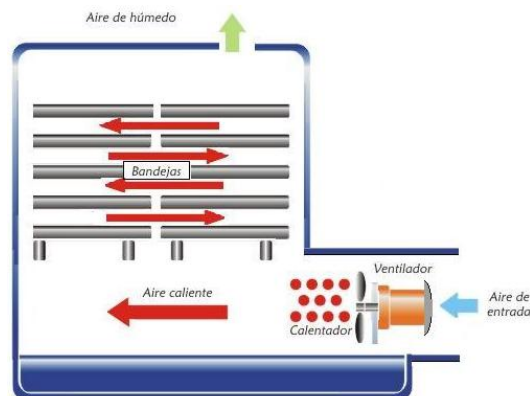
2.2.6.3.1 Secador de bandeja con corriente de aire

También se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad.

Un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se remplazan por otras con más material para secado. Una de las modificaciones de este tipo de secadores es el de las bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al secador. Esto significa un considerable ahorro de tiempo, puesto que las carretillas pueden cargarse y descargarse fuera del secador (Fito, Grau, Barat, Albors, 2001).

Ventajas:

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños desde 10 hasta 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de complementos especiales.



Fuente: weheartit.com

Figura 5. Secador de bandejas

2.2.7 Proceso de Molienda

Consiste en la reducción del tamaño de las partículas de una mezcla o un producto, el tamaño de las partículas dependerá del tipo de producto que se desee obtener y también del tipo de molino que se va a utilizar (Suárez, 2005).

2.2.8 Tamizado

La tamización o tamizado es un método físico para separar mezclas en el cual se separan dos sólidos formados por partículas de tamaño diferente. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier cosa con la que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan atrapadas por el mismo. Un ejemplo podría ser: si se saca tierra del suelo y se espolvorea sobre el tamiz, las partículas finas de tierra caerán y las piedras y partículas grandes de tierra quedarán retenidas en el tamiz (Alfaro, 2014).

2.2.9 Proceso de mezclado

El mezclado es el proceso según el cual varios ingredientes se ponen en contacto, de tal forma que al final de la operación se obtenga un sistema homogéneo a cierta escala desde molecular hasta macroscópica.

2.2.10 Las harinas

Es el producto que resulta de la molturación o molienda de materias primas generalmente más común conocida es la harina del trigo por su infinidad de usos en la industria. No se consume exclusivamente harina de trigo, sino que en ocasiones se utiliza la procedente de otros cereales y leguminosas, sobre todo para elaborar panes especiales.

En principio, y como primera clasificación, las harinas se dividen en dos grupos. Uno comprende únicamente la obtenida a partir del endospermo y el otro, las que se obtienen de la molturación total del grano o materia prima ya sea granos de trigo o cualquier otra materia prima de la que se desee obtener harina (Suárez, 2005).

2.2.11 Alimentos reconstituyentes

Los alimentos que devuelven al organismo sus condiciones normales y estimulan el funcionamiento de los diferentes aparatos del organismo son llamados reconstituyentes. Debido a su aporte de macronutrientes (carbohidratos, proteínas, grasas, entre otros), minerales y vitaminas, son considerados como alimentos de alto valor energético y nutricional, debido a que suplen la demanda de energía que requiere el organismo para realizar todas sus funciones vitales. Los reconstituyentes bien conocidos también como confortantes, tónicos, revitalizantes o energizantes, mantienen el tono físico y mental, permitiendo potenciar el rendimiento para afrontar las actividades cotidianas.

Como respuesta a una alimentación desequilibrada, largas jornadas de trabajo intenso, esfuerzos físicos o psíquicos y condiciones extremas de sobreentrenamientos, se presenta una sensación generalizada de cansancio, fatiga, debilidad física y mental, por lo que el consumo de alimentos o suplementos reconstituyentes que provean al organismo los nutrientes que necesita para restaurar sus condiciones normales, se hace necesario para regenerar y mejorar la disponibilidad de nutrientes dentro del organismo y para prolongar el tiempo de residencia de los mismos en las células de nuestro sistema orgánico. De esta manera, se contribuye a prevenir la manifestación de futuras enfermedades, que puedan aparecer, como consecuencia de los estados de fatiga o cansancio, lo cual es la causa, que predispone el terreno para que estas aparezcan cuando se ha abusado largamente de nuestras reservas energéticas y nutricionales.

Gracias a la propiedad que tienen los reconstituyentes de estimular la actividad orgánica, estos ayudan a estimular y fortificar los órganos débiles, a restablecer su normal funcionamiento y a recuperar su energía y fuerza vital. Dicha situación, lleva a que las personas se sientan ágiles, a recobrar la concentración, a mejorar el rendimiento físico y mental, a que el cuerpo este activo y a un mejor balance de las funciones corporales.

Teniendo en cuenta que la composición y el aporte de nutrientes de los alimentos reconstituyentes es variada, estos pueden proporcionar algunos beneficios como:

- Restaurar y fortalecer las funciones corporales.
- Adaptar el organismo a mayores exigencias.
- Reconfortar el estado de agotamiento y cansancio, además de colaborar en la recuperación de la energía.
- Activar los procesos energéticos del organismo.
- Apoyar los procesos enzimáticos y metabólicos.
- Restaurar y mejorar la flora intestinal, devolviendo el tono normal del estómago para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes que luego son transportados a otros órganos del cuerpo para realizar sus funciones.
- Mejorar la recuperación tras el esfuerzo físico y retrasar la fatiga en los deportistas.
- Regular el sistema inmune y mejorar el rendimiento físico y mental.
- Tonificar el cerebro, ayudando a recobrar la concentración y a mejorar el aprendizaje.
- Estimular y reforzar la actividad muscular, manteniendo la tensión normal del musculo y aumentando la resistencia.
- Potenciar el efecto de los alimentos, dado a que aumenta la disponibilidad de nutrientes en el organismo.
- Favorecer la adecuada protección antioxidante, ayudando a la prevención de enfermedades degenerativas del organismo.

El consumo de alimentos reconstituyentes es útil en personas con periodos de depresión, agotamiento, fatiga, falta de interés, estados bajos de ánimo, astenia; en deportistas para recuperar la perdida de agua y sales minerales ya que estos reemplazan el alto gasto de energía que tienen, para enfermos y convalecientes que no puedan consumir alimentos normalmente, personas con malos hábitos alimenticios, personas que deseen mejorar su alimentación para complementar la deficiencia de nutrientes, estudiantes para mejorar la concentración y aprendizaje, adultos mayores y personas que requieran subir de peso (Funat).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Tecnológica Equinoccial, sede Santo Domingo de los Tsáchilas.

3.1.1. Localización geográfica

Santo Domingo está situado en los flancos externos de la cordillera occidental de los Andes, la provincia tiene de superficie 3.857 km² a una altitud de 625 msnm, se encuentra a 120 km, de distancia del mar. Limita al norte y al este con Pichincha, al noroeste con Esmeraldas, al oeste con Manabí, al sur con Los Ríos y al sureste con Chimborazo. El laboratorio químico y el galpón de la Universidad Tecnológica Equinoccial están ubicados en el Km. 4 ½ de la Vía Chone.

3.1.2. Ubicación en el tiempo

El proyecto se desarrollara durante el periodo 2014 – 2015.

3.2. Materiales, instrumentos y recursos

3.2.1. Materiales

- Mesa de acero inoxidable
- Guantes
- Bandejas

- Paleta
- Envase de plástico

3.2.2. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Molino
- Selladora al vacío

3.2.3. Reactivos

- Carragenina

3.2.4. Materia prima

- Cáscara de naranja
- Cáscara de cacao
- Avena
- Azúcar

3.3. Diseño experimental, factores y variables de estudio

3.3.1. Variables independientes

- Porcentaje de harina de cascara de naranja
- Porcentaje de harina de cáscara de cacao
- Porcentaje de cereal (avena)
- Porcentaje de azúcar

3.3.2. Variables respuesta

- % Fibra dietetica
- % Fibra bruta
- pH
- % Acidez

3.3.3. Unidad experimental

La unidad experimental será 100 gr de cáscara de naranja y de cacao.

3.3.4. Tratamientos

3.3.4.1. Factor de estudio

Tabla 6. Factores y niveles del diseño de experimentos

FACTORES	NIVELES
A: Azúcar	15(nivel bajo)
	20(Nivel alto)
B: Concentrado	20 (nivel bajo)
	25(Nivel alto)
C: Cereal	55 (nivel bajo)
	60(Nivel alto)

3.3.4.2. Interacciones

Tabla 7. Interacciones de los componentes analizados en el diseño

INTERACCIONES			
	Componente 1	Componente 2	Componente 3
	Azúcar	Concentrado	Cereal
1	15.0	25.0	60.0
2	15.0	25.0	60.0
3	16.7	24.2	59.2
4	17.5	22.5	60.0
5	17.5	25.0	57.5
6	17.5	22.5	60.0
7	17.9	24.2	57.9
8	18.3	23.3	58.3
9	19.2	21.7	59.2
10	19.2	24.2	56.7
11	20.0	20.0	60.0
12	20.0	25.0	55.0
13	20.0	25.0	55.0
14	20.0	22.5	57.5
15	20.0	20.0	60.0

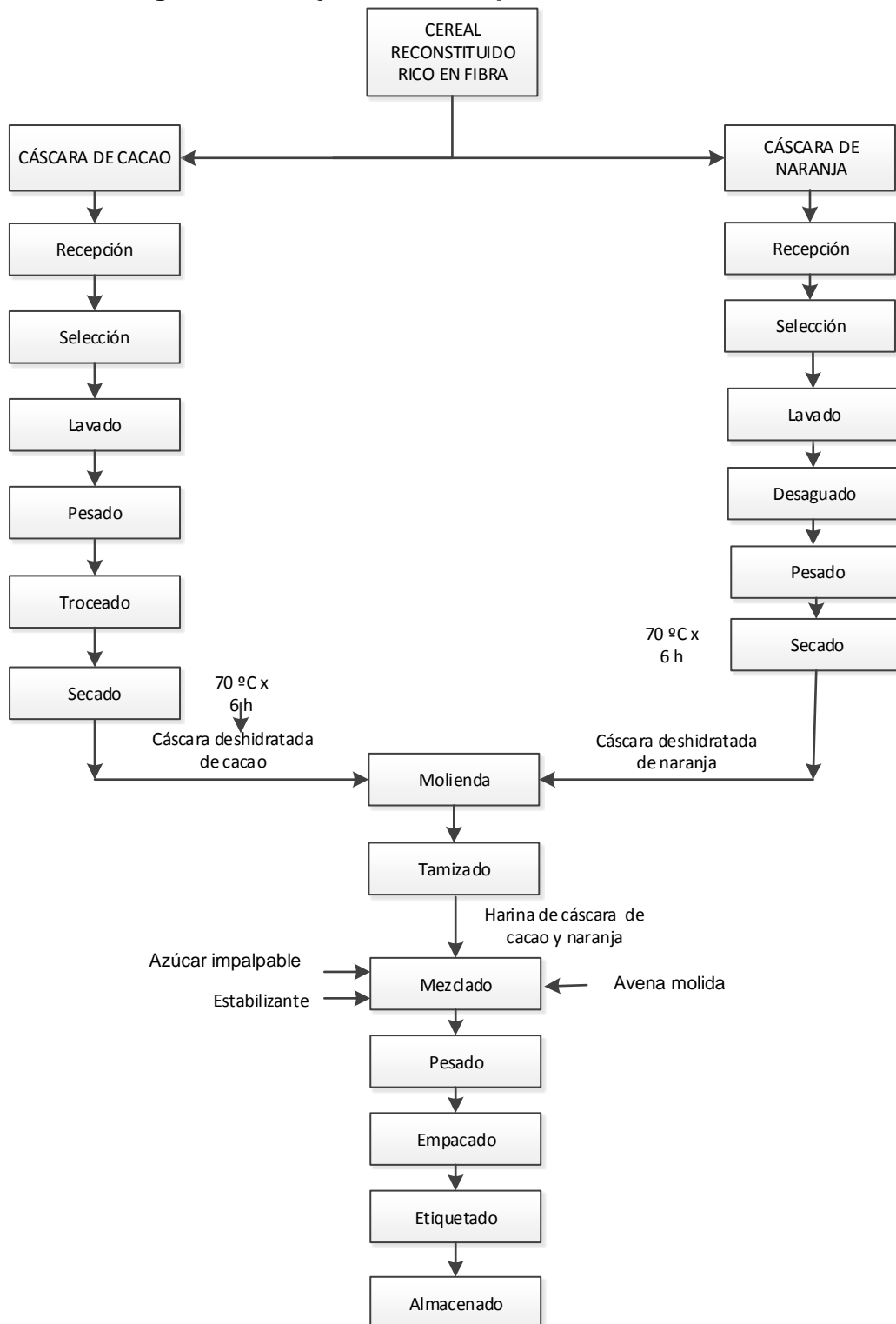
3.3.5. Programa y modelo estadístico

Se utilizará el diseño superficie de respuesta D-óptimo, según el programa Design-Expert Versión 6.0.0 (Stat-Ease, 2000), para encontrar modelos que expliquen los efectos en las variables respuesta.

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. Elaboración del producto

3.4.1.1. Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración del cereal



3.4.1.2. Memoria técnica para la elaboración de harina de cáscara de cacao

Recepción: Se reciben las cáscaras de cacao (Temperatura ambiente), las cuales deben estar en óptimas condiciones (agradable color, sabor, olor, textura, buen estado de madurez) para su respectivo procesamiento, el control de estos factores garantizará un producto de calidad.

Selección: Se realiza una clasificación de la materia prima que en este caso es la cáscara del cacao, separando aquellas que se encuentran en mal estado, tomando en cuenta si no se han fermentado.

Lavado: Se procede a lavar las cáscaras de cacao para quitarles el exceso de impurezas y tierra que contengan en su corteza

Pesado: Las cáscaras de cacao son pesadas previas a su secado para determinar el rendimiento en la elaboración de la harina.

Troceado: En esta parte del proceso se realiza cortes pequeños longitudinales a la cáscara del cacao con el fin de que el secado sea más rápido y eficiente.

Secado: Se procede a colocar las cáscaras de cacao troceadas, completamente expandidas en las bandejas de acero inoxidable, para tener un secado uniforme, posteriormente se las ubica en la estufa a una temperatura de 70°C por 6h hasta lograr obtener la humedad adecuada (Aguavil, 2012).

3.4.1.3. Memoria técnica para la elaboración de harina de cascara de naranja

Recepción: Se reciben las cáscaras de naranja (Temperatura ambiente), las cuales deben estar en condiciones adecuadas para su respectivo procesamiento.

Selección: Se realiza una clasificación de las cáscaras de naranja eliminando materia orgánica extraña, impurezas para lo cual se realiza una inspección visual.

Lavado: Se procede a lavar las cáscaras de naranja para quitarles el exceso de impurezas y tierra que contengan en su corteza.

Desaguado: Una vez lavada la materia prima se procede a colocar las cáscaras en una olla con agua hirviendo durante 5 minutos y luego se procede a retirar del fuego, se coloca las cáscaras en un colador y se enfría bajo el chorro de agua. Se repite el mismo procedimiento anterior pero esta vez durante 3 minutos por dos ocasiones más. La finalidad del desaguado es la eliminación de su amargor provocado por su contenido de aceites esenciales, este procedimiento se lo realiza con cambios constantes de agua.

Pesado: Las cáscaras de naranja previamente desaguadas y cortadas son pesadas con la finalidad de determinar el rendimiento para la obtención de harina de cascara de naranja.

Secado: Se procede a colocar las cáscaras de naranja completamente expandidas en bandejas de acero inoxidable para de esta manera obtener un secado uniforme. Las cáscaras se someten a deshidratación a una temperatura de 70°C por 6 horas hasta obtener su total deshidratación (Chávez-Zepeda y col., 2009).

3.4.1.4. Preparación de la mezcla del concentrado

Consiste en realizar la mezcla de las harinas obtenidas con los ingredientes de acuerdo a la formulación de mayor aceptabilidad para el consumidor.

Molienda: Luego del secado de la cáscara de cacao y naranja se realiza el proceso de molienda, para ello se utilizara un molino manual o industrial, el objetivo de este procedimiento es reducir el tamaño de partícula con la finalidad de obtener harina.

Tamizado: Las cáscaras molidas deben ser tamizadas con la finalidad de retener partículas mayores e impuestas, buscando obtener un tamaño de partícula adecuado para la mezcla y elaboración del cereal reconstituido (Chávez-Zepeda y col., 2009).

Mezclado: Se procede a realizar una mezcla de los sólidos tales como las harinas compuestas de cascara de naranja y de cacao en una proporción 1:1 con los demás ingredientes sólidos como la avena molida, azúcar en polvo y el estabilizante (carragenina) hasta obtener una mezcla homogénea.

Pesado: Se procede a pesar un peso neto que se encontrara impreso en la etiqueta del producto.

Empacado: Se realiza el empaqueo en fundas plásticas herméticamente cerradas y en condiciones estrictas de higiene.

Etiquetado: Consiste en pegar la etiqueta en el producto con la respectiva información nutricional del producto y de la empresa que lo elaboro.

Almacenado: El cereal reconstituido en funda debe ser almacenada a temperatura ambiental en un lugar fresco y seco.

3.4.2. Medición de variables

Las variables que se midieron al finalizar el experimento fueron las siguientes:

Tabla 8. Medición de variables

OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDIDA	TIEMPO DE MEDIDA
Objetivo 1	Humedad	%	Estufa	Final etapa de secado
	Proteína	%	Unidad de digestión y destilación Kjeldahl	Final etapa de secado
	Ceniza		Mufla	Final etapa de secado
	Grasa	%	Soxhlet	Final etapa de secado
	Fibra	%	Digestión ácido-básica	Final etapa de secado
Objetivo 2	Fibra dietética	%	Balanza	Final del proceso
	Fibra Bruta	%	Balanza	Final del proceso
	pH		PH metro	Final del proceso
	Acidez	%	Equipo de titulación	Final del proceso
Objetivo 3	Color	Rangos cualitativos	Sensorial	Final del proceso
	Sabor	Rangos cualitativos	Sensorial	Final del proceso
	Aroma	Rangos cualitativos	Sensorial	Final del proceso
	Textura	Rangos cualitativos	Sensorial	Final del proceso
Objetivo 4	Humedad	%	Estufa	Final etapa de secado
	Proteína	%	Unidad de digestión y destilación Kjeldahl	Final del proceso
	Ceniza		Mufla	Final del proceso
	Grasa	%	Soxhlet	Final del proceso
	Fibra	%	Digestión ácido-básica	Final del proceso
Objetivo 5	Diseño equipo			Final del proceso

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Obtención del concentrado de la cascara de naranja y cacao; caracterización fisico-quimicamente.

Para poder determinar el porcentaje de concentrado que vamos a necesitar en las formulaciones, nos vamos a basar en las recomendaciones de ingesta de fibra diaria. En un adulto debe oscilar entre 20 y 35 g/día, en caso de los niños mayores de 2 años se ha venido recomendando un consumo de fibra que resulte de sumar 5 g/día a la edad del niño, para las personas de la tercera edad la ingesta recomendada es de 30 g/día (Rodríguez, 2008).

Basandonos en estas recomendaciones diarias y sabiendo que las cáscara de cacao y naranja son ricas en fibra, se ha determinado un rango de porcentajes a utilizar que van entre el 20 y 25 % de concentrado.

Tabla 9. Análisis bromatológico del concentrado de cáscara de naranja y cacao

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N.
	Humedad	Proteína	Ext. Etéreo	Ceniza	Fibra	Otros
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	8.31	16.16	5.70	7.01	21.66	41.16

Fuente: AGROLAB, Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario.

4.2 Caracterización bromatológica (fibra dietética, fibra bruta, pH y acidez) de las diferentes formulaciones según diseño del cereal reconstituido.

4.2.1 Fibra dietética

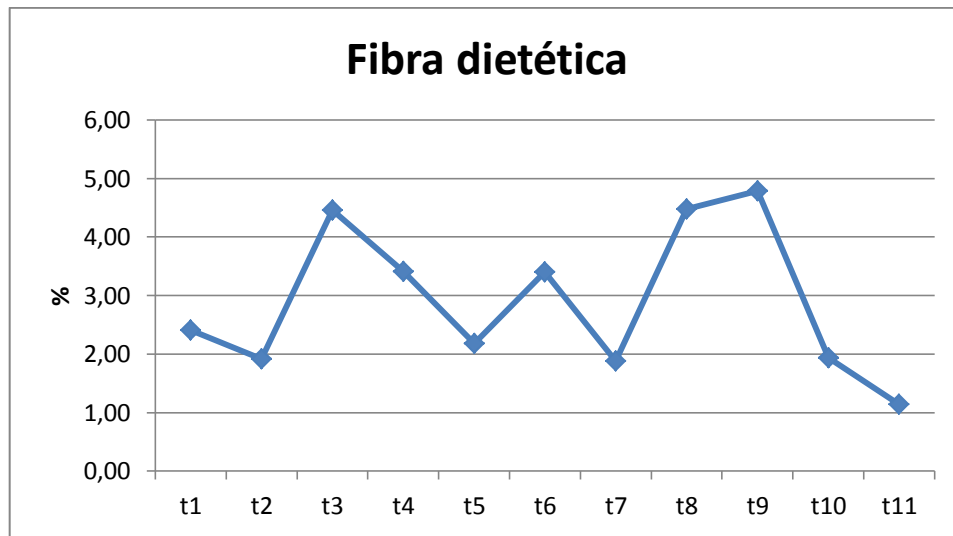


Figura 6. Resultados del parámetro Fibra Dietética

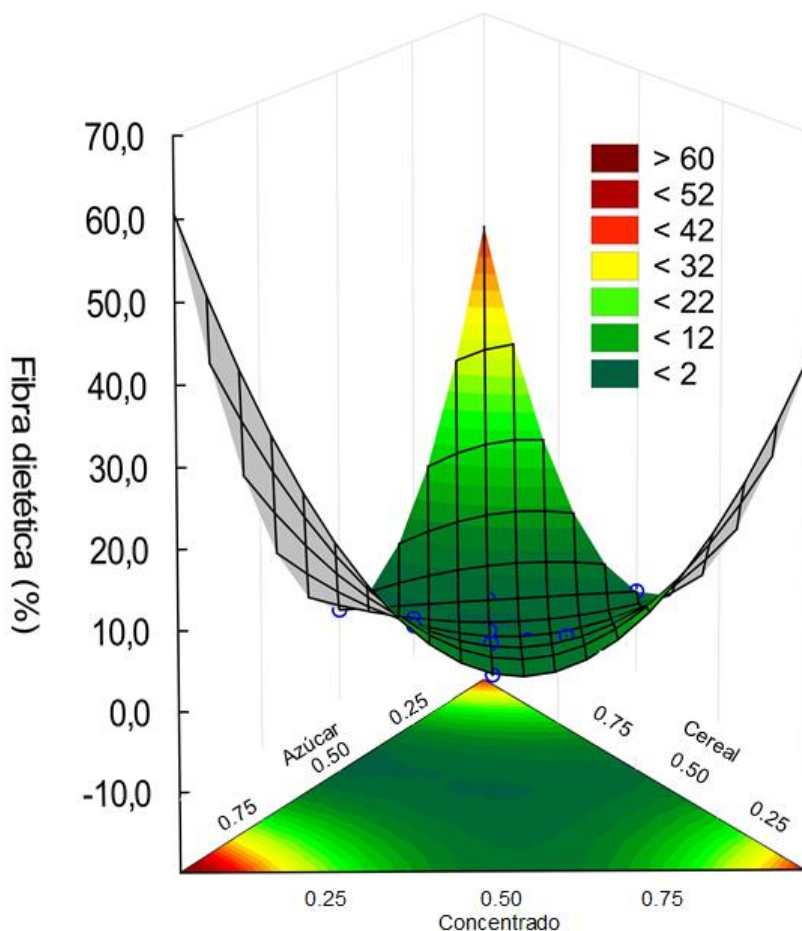
En este estudio el tratamiento 9 obtuvo el porcentaje más alto de fibra dietética (4.79%), cuya formulación es de 20% de azúcar, 22.5 % de concentrado y 57.50% de avena (Figura 6).

La ingesta diaria de fibra dietética recomendada es de 15 a 20 g. (Gray, 2006); por lo tanto el tratamiento 9 aporta con el 24% de la ingesta diaria recomendada. Mientras que el tratamiento 11 obtuvo el porcentaje más bajo de fibra dietética (1.14%), cuya formulación es de 20% de azúcar, 20 % de concentrado y 60% de avena. Este tratamiento aporta con el 5.7%, lo que determina que no puede ser utilizado debido al poco aporte nutricional que proporciona.

Tabla 10. Modelo matemático para el comportamiento de la fibra dietética

Modelos	R ²
$\text{Fibra dietética} = + 467.645335A + 327.386025B$ $+ 73.5632559C - 22.8988446AB - 9.6394731AC$ $- 7.29315273BC + 0.38189029ABC$	0.94

La fibra dietética ($P = 0,0001$) se ajustó a un modelo cúbico de los factores estudiados (azúcar, concentrado y cereal) en función de la fibra dietética. La variable de ajuste R^2 explica este comportamiento con un 94% de confiabilidad. Este comportamiento es favorable ya que se puede optimizar la fibra dietética en función del modelo teniendo en cuenta la variación de azúcar, concentrado y cereal. La máxima fibra dietética (4,79 %) al mezclar 20% de azúcar, 22.5 % de concentrado y 57.50% de avena.

**Figura 7.** Resultados Fibra Dietética

La figura 7 muestra que cuando existe mayor cantidad de concentrado y menor cantidad de cereal el porcentaje de fibra dietética va a ser alto, esto se da debido a que las frutas con cáscara tales como la naranja y el cacao contienen gran cantidad de fibra. Esta fibra esta generalmente concentrada mayormente en las cáscaras y capas exteriores de las frutas (Cayo y Matos, 2009). De igual manera en la avena existen altas concentraciones de fibra dietética (Ronco, 2013).

Cuando existe menor cantidad de azúcar y mayor cantidad de cereal el porcentaje de fibra dietética va a ser también alto. Esto se da debido a que en el salvado de la avena hay una concentración de 16% de fibra dietética (Ronco, 2013). En cambio el azúcar no es fuente de fibra dietética.

Por lo tanto las dos variables (concentrado y cereal) influyen en el alto porcentaje de fibra dietética. Esta influencia se debe a que la avena y los cítricos son ricos en fibra (Escudero y González, 2006)

4.2.2 Fibra bruta

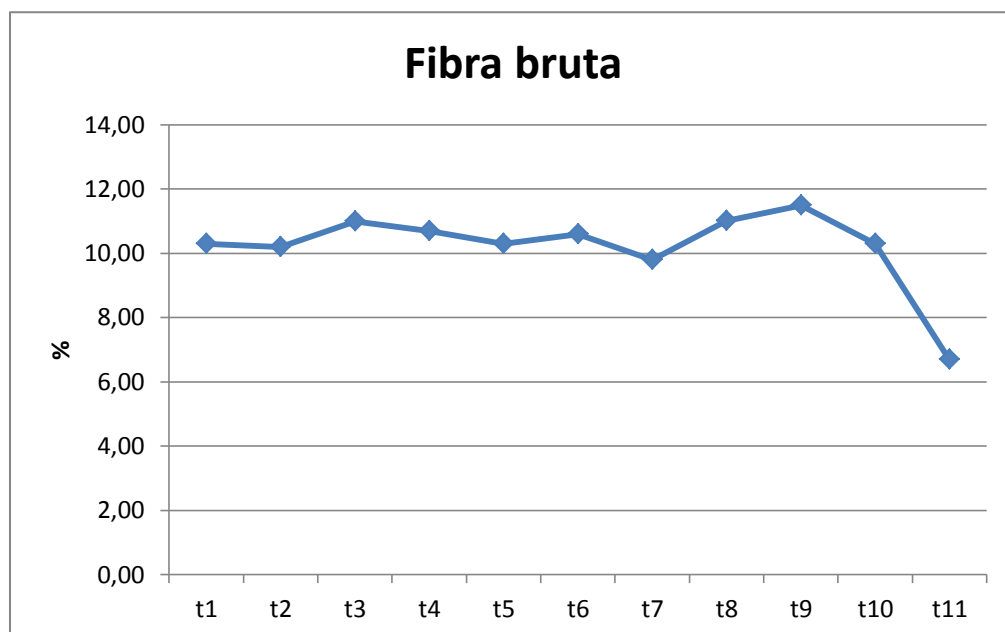


Figura 8. Resultados del parámetro Fibra Bruta

En este estudio el tratamiento 9 también obtuvo el porcentaje más alto de fibra bruta (11.50%), cuya formulación es de 20% de azúcar, 22.5% de concentrado y 57.50% de avena (Figura 8). La ingesta diaria de fibra recomendada es de 20 a 35 g. (Rodríguez, 2008); por lo tanto el tratamiento 9 aporta con el 33% de la ingesta diaria recomendada y lo hace el tratamiento más óptimo para ser utilizado. Mientras que el tratamiento 11 obtuvo el porcentaje más bajo de fibra bruta (6.70%), cuya formulación es de 20% de azúcar, 20% de concentrado y 60% de avena. Este tratamiento aporta solo el 19%, lo que determina que no puede ser utilizado debido al poco aporte nutricional que proporciona.

Tabla 11. Modelo matemático para el comportamiento de la fibra bruta

Modelos	R ²
Fibra bruta = - 24.3617412A - 3.23218248B - 0.25470237C + 0.46955527AB + 0.32464888AC	0.98

La fibra bruta ($P < 0,0001$) se ajustó a un modelo cuadrático de mezclas de los factores estudiados (azúcar, concentrado y cereal) en función de la fibra bruta. La variable de ajuste R^2 explica este comportamiento con un 98% de confiabilidad. Este comportamiento es favorable ya que se puede optimizar la fibra bruta en función del modelo teniendo en cuenta la variación de azúcar, concentrado y cereal. La máxima fibra bruta (11,5 %) al mezclar 19,34 % de azúcar, 22,92 % de concentrado y 57,74 % de cereal.

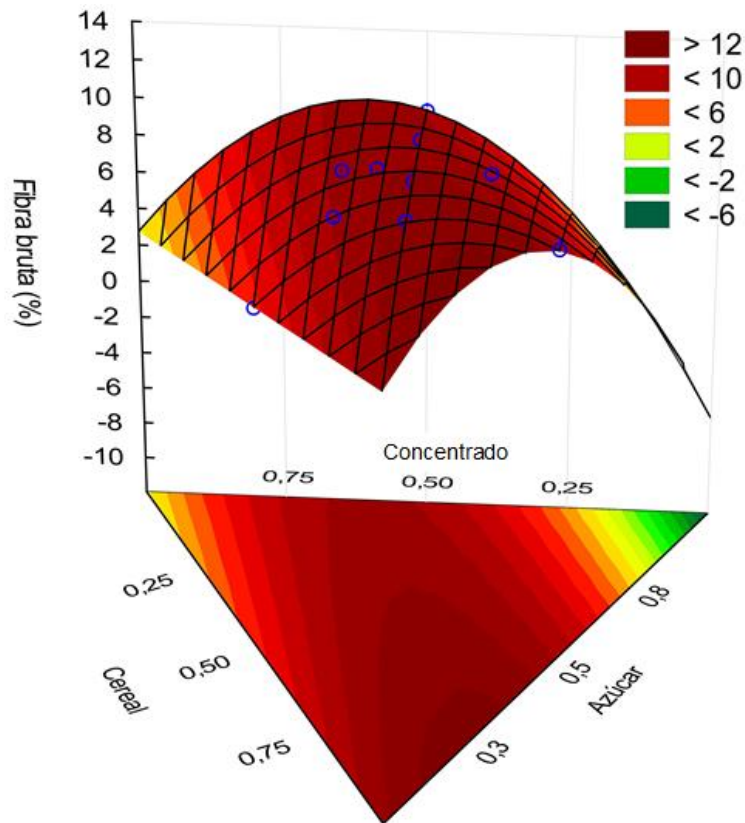


Figura 9. Resultados Fibra Bruta

La figura 9 muestra que cuando existe una mayor cantidad de azúcar y menor cantidad de concentrado el porcentaje de fibra bruta va a ser bajo, esto se da debido a que el azúcar no es fuente principal de fibra bruta; pero el concentrado obtenido de las harinas compuestas de la cáscara de cacao y naranja tiene alto contenido de fibra bruta.

Mientras que cuando existe valores intermedios de concentrado y valores máximos de cereal con un mínimo de azúcar el porcentaje de fibra bruta es alto, esto se presenta debido a que el grano de avena entera contiene aproximadamente una tercera parte de la cáscara por eso hace que sea muy rica en fibra (Parsi, 2001).

Debido a las características bromatológicas del cereal reconstituido nos indican un porcentaje alto en fibra, lo que contribuye a enriquecer nutricionalmente el producto final. La fibra dietética proviene de las paredes celulares de las frutas y

verduras y su contenido varía de acuerdo con la clase de planta, su edad y el grado de transformación a que haya sido sometida (Kaufer, 1985). En los cítricos (naranja, limón, toronja) abunda en la parte blanquecina, entre la cáscara y el interior comestible (Santoyo y col., 1993).

4.2.3 Ph

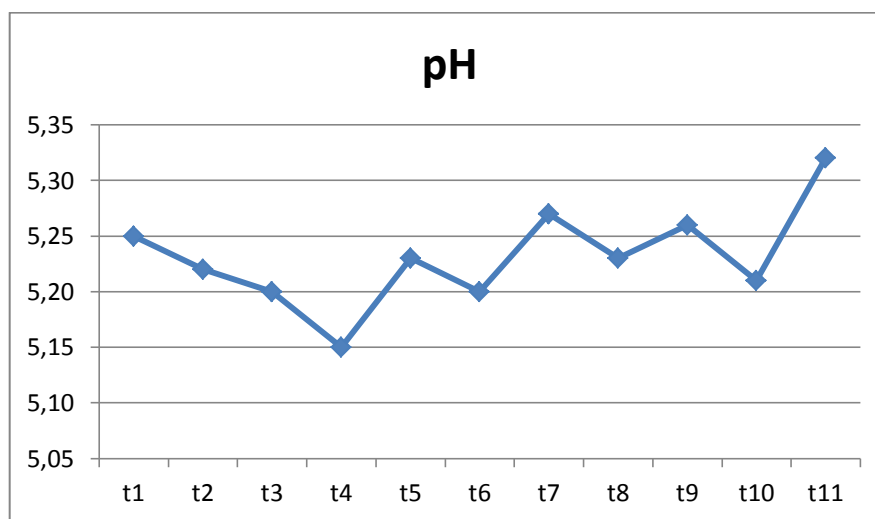


Figura 10. Resultados del parámetro pH

En este estudio el tratamiento 4 obtuvo la cantidad más baja de pH (5.15), cuya formulación es de 15% de azúcar, 25% de concentrado y 60% de avena (Figura 10). Este tratamiento fue el más ácido, debido a que en su contenido existe el máximo de concentrado utilizado, este tiene la presencia de cáscara de naranja que tiene un pH que varía por lo general entre 2.9 y 3.9 dependiendo de su estado de madurez. El concentrado también contiene cáscara de cacao el cual también tiene un pH bajo. Los tratamientos que también obtuvieron un bajo pH fueron el 3 y 6 con un pH de 5.20.

Mientras que el tratamiento 11 obtuvo la cantidad más alta de pH (5.32), cuya formulación es de 20% de azúcar, 20 % de fibra y 60% de avena (Figura 10). Este tratamiento fue el menos ácido, debido a que contiene menor porcentaje de concentrado (harina compuesta de cáscara de naranja y cacao) en su contenido; de igual manera contiene el máximo porcentaje de azúcar y cereal, lo cual

también influye en la baja acidez debido a que la avena tiene un pH que está alrededor de 7.0 (Aragón, 1995) y el azúcar tiene un pH que varía de 8 a 8.5 (Vincent, Álvarez y Zaragoza, 2006). Los tratamientos que también obtuvieron un alto pH fueron el 7 (5.27) y 9 (5.26).

Tabla 12. Modelo matemático para el comportamiento del pH

Modelos	R ²
$\text{pH} = 0,669085692A + 0,071743886B + 0,08376424C$ $- 0,009264405AB - 0,009024911AC$	0.68

El pH (P = 0,0139) se ajustó a un modelo cuadrático de mezclas de los factores estudiados (azúcar, concentrado y cereal) en función del pH. La variable de ajuste R² explica este comportamiento con un 68% de confiabilidad. Este comportamiento es probablemente favorable ya que se puede optimizar el pH en función del modelo teniendo en cuenta la variación de azúcar, concentrado y cereal. El máximo pH (5,32) al mezclar 19,90 % azúcar, 20,00 % concentrado y 59,10 % de cereal.

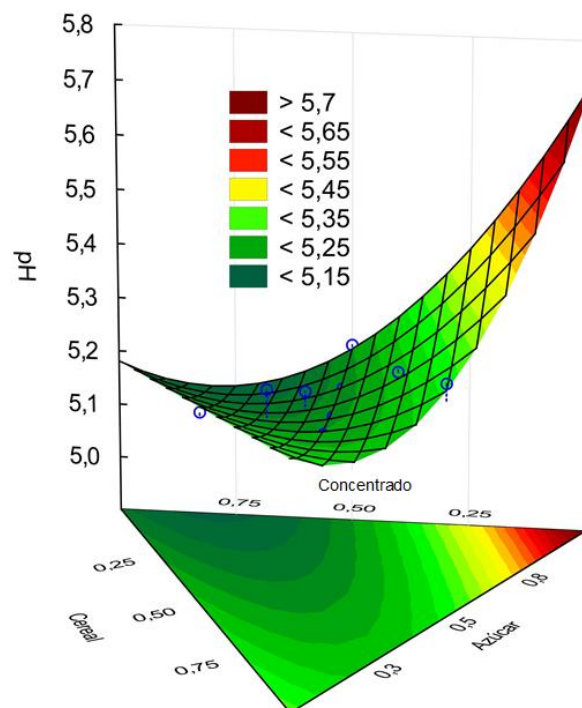


Figura 11. Resultados pH

La figura 11 muestra que cuando existe una mayor cantidad de azúcar y menor cantidad de concentrado el pH va a ser alto, mientras que a menor cantidad de cereal y mayor cantidad de concentrado va a existir un pH bajo.

El pH alto se va a dar debido a que el azúcar que esta en gran cantidad, tiene un pH de 7 y el concentrado que esta en menor cantidad no va a influir en el pH debido a la poca presencia de este (AAPPA, 2004).

El pH es bajo cuando el concentrado es mayor, esto se da debido a que el pH de estas muestras fue menor a 5.32, por lo que la gran mayoría va a tener un pH ácido y esto van a influir cuando exista el máximo de concentrado y menor cantidad de cereal.

4.2.4 Acidez

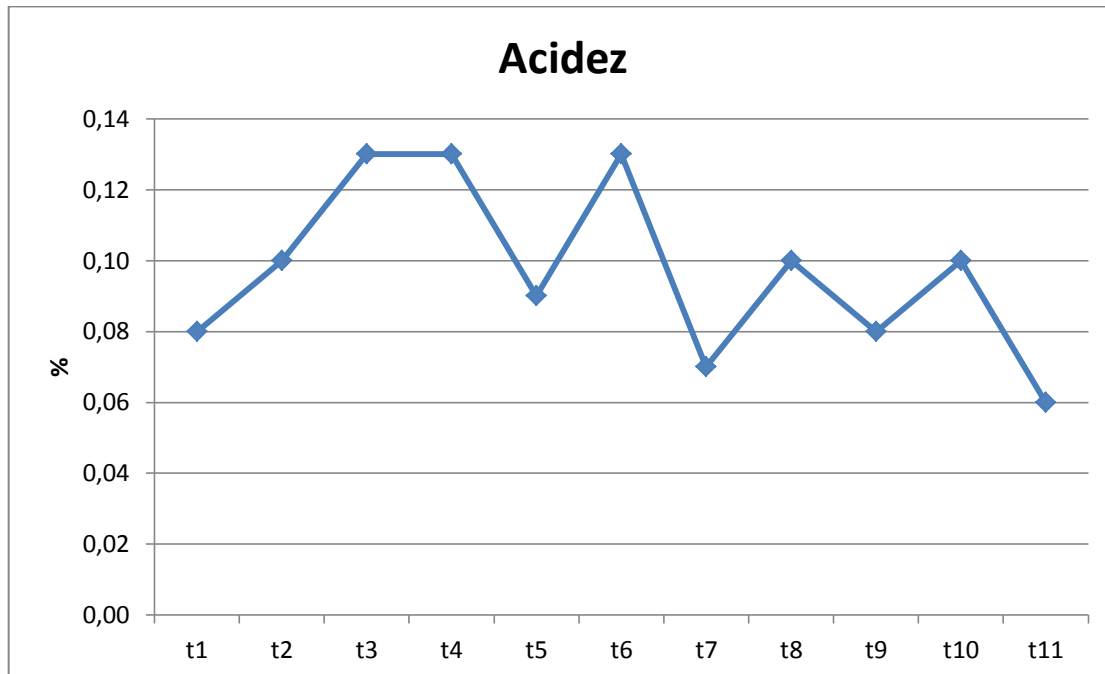


Figura 12. Resultados del parámetro Acidez

En este estudio el tratamiento 11 obtuvo el valor más bajo de acidez (0.06 %), cuya formulación es de 20% de azúcar, 20 % de fibra y 60% de avena (Figura 12).

Este tratamiento fue el menos ácido debido a que contiene menor porcentaje de concentrado en su contenido; de igual forma contiene el máximo porcentaje de azúcar y cereal, lo que influye en la baja acidez debido a que la avena tiene de pH que está alrededor de 7.0 lo cual determina que es más básico que ácido (Aragón, 1995) y el azúcar tiene un pH que varía de 8 a 8.5 por lo tanto tiene rangos más básico que ácidos (Vincent, Álvarez y Zaragoza, 2006). Los tratamientos que también obtuvieron un bajo porcentaje de acidez fueron el 7 y 9 con un valor de 0.07 % y 0.08% correspondientemente.

Mientras que los tratamientos 3, 4 y 6 obtuvo el porcentaje más alto de acidez (0.13 %), cuya formulación es de 20% de azúcar, 25 % de fibra y 55% de avena para el tratamiento 3, 15% de azúcar, 25 % de fibra y 60% de avena para el tratamiento 4 y 17.5% de azúcar, 25 % de fibra y 57.5% de avena para el tratamiento 6. Estos tratamiento fueron los más ácidos, debido a que en su contenido existe el máximo de concentrado utilizado, este tiene la presencia de cáscara de naranja que tiene 0.95% de acidez (Ting y Attaway, 1980). El concentrado también contiene cáscara de cacao el cual también tiene una acidez alta.

Tabla 13. Modelo matematico para el comportamiento el pH

Modelos	R ²
Acidez (%)= - 0,312205074A + 0,115851919B - 0,037360558C - 0,000102206AB + 0,006201887AC - 0,000953612BC	0.66

La acidez (P = 0,0488) se ajustó a un modelo cuadrático de mezclas de los factores estudiados (azúcar, concentrado y cereal) en función de la acidez. La variable de ajuste R² explica este comportamiento con un 66% de confiabilidad. Este comportamiento es probablemente favorable ya que se puede optimizar la acidez en función del modelo teniendo en cuenta la variación de azúcar,

concentrado y cereal. La mínima acidez (0.06 %) se obtuvo al mezclar 19,96 % de azúcar, 19,92 % de concentrado y 59.5 % cereal.

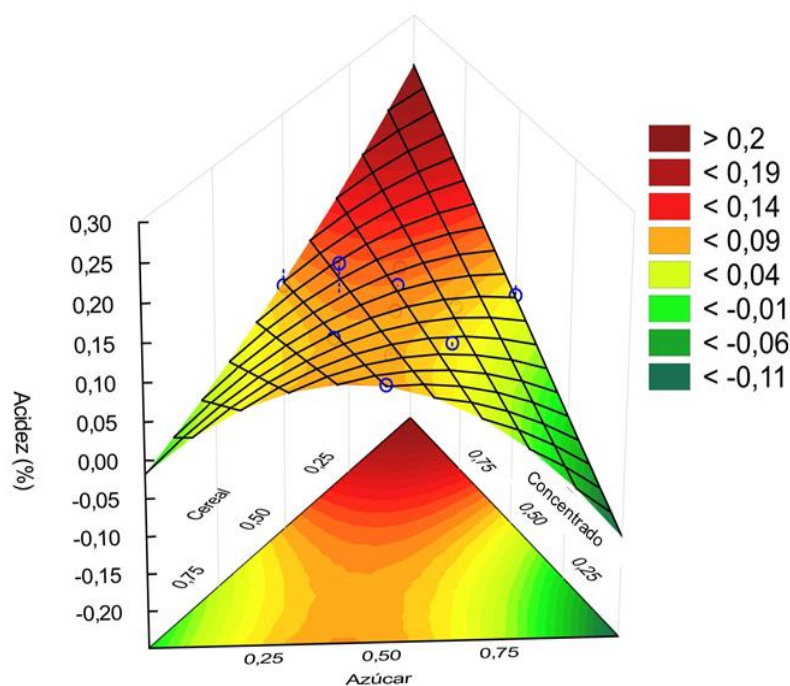


Figura 13. Resultados Acidez

La figura 13 muestra que cuando exista una mayor cantidad de azúcar y menor cantidad de concentrado el porcentaje de acidez es bajo. Esto se da debido a que cuando existe el máximo de azúcar que tiene un pH de 7 va a influir significativamente en la baja acidez, y debido a la presencia de menos concentrado va a dar como resultado un porcentaje de acidez bajo. Estos resultados tienen relación con los del pH, ya que en la misma relación se da un pH alto.

Mientras que a menor cantidad de cereal y mayor cantidad de concentrado va a existir un porcentaje de acidez alto. De igual manera mientras exista un máximo de concentrado, el cual tiene una acidez menor a 6; va a influir el aumento de acidez (Verdú y Gassull). Estos resultados también tienen relación con los del pH, ya que en la misma relación se da un pH bajo.

4.3 Realización del análisis de los atributos sensoriales (sabor, color, textura y aroma) a todos los tratamientos.

4.3.1 Tabulación de los resultados de la cata hedónica

En las gráficas podemos observar los resultados que nos dieron las diferentes cataciones en cuanto a las características organolépticas. Sabor, olor, tectura y color del cereal reconstituido de avena con alto contenido de fibra utilizando cáscara de cacao y naranja.

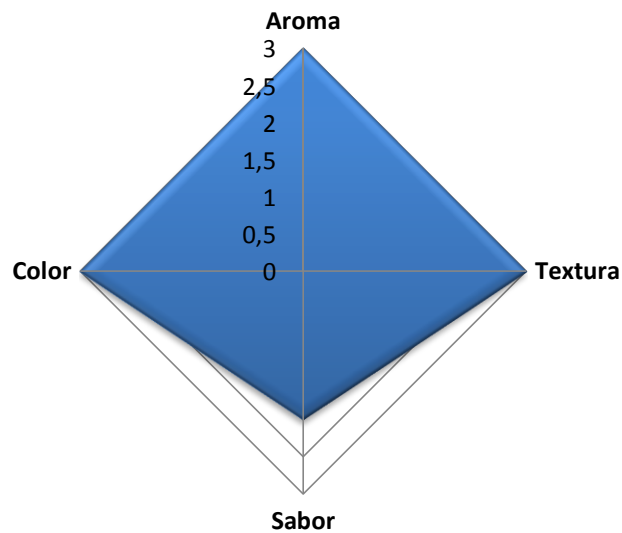


Figura 14. Resultados de las muestras 1 y 14

Como se aprecia en la Figura 14 las muestras 1 y 14 dieron el mismo perfil, lo cual implica similares caracterizaciones de los jueces en cuanto a la textura, aroma, color y sabor. En cuanto a el aroma tuvieron un gusto moderado hacia estas muestras, al igual que para el color y textura. Para lo que es el sabor los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto hacia estas muestras, lo que significa que no tuvo mucha aceptabilidad las muestras 1 y 14.

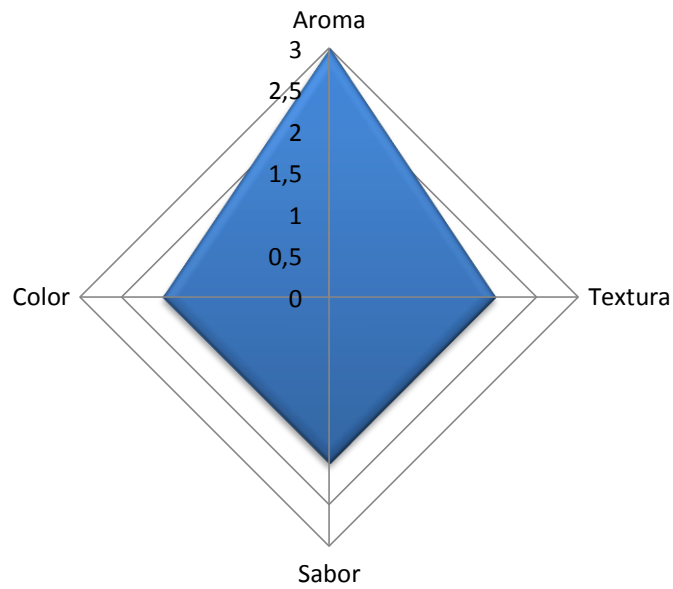


Figura 15. Resultados de la muestra 2

Como se aprecia en la Figura 15, los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto hacia la muestra 2 en cuanto al color, sabor y textura. En cuanto a el aroma tubo un gusto moderado hacia esta muestra. Esto determino que la muestra 2 no tuvo mucha aceptabilidad para los jueces en cuanto al color, textura y sabor.

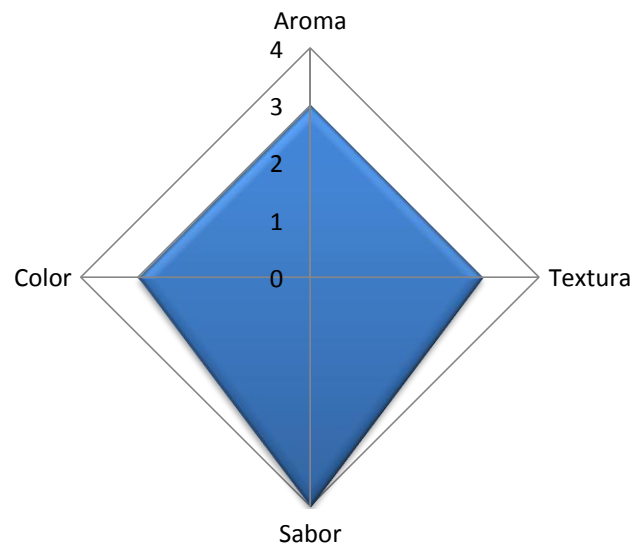


Figura 16. Resultados de las muestras 3, 8 y 15

Como se aprecia en la Figura 16 las muestras 3, 8 y 15 dieron el mismo perfil, lo cual implica similares caracterizaciones de los jueces en cuanto a la textura, aroma, color y sabor. En cuanto a el aroma tuvieron un gusto moderado hacia estas muestras, al igual que para el color y textura. Para lo que es el sabor los jueces mostraron un gusto marcado hacia estas muestras, lo que significa que tuvieron mucha aceptabilidad las muestras 1 y 14 para este parámetro. Esto determina que entre estas muestras se puede encontrar el mejor tratamiento para la investigación.

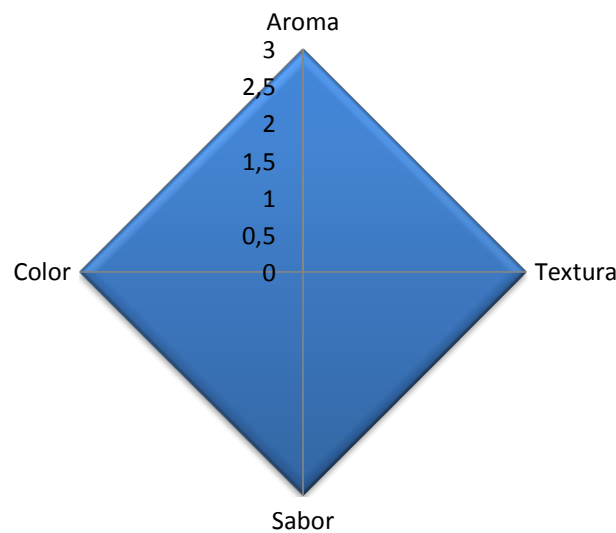


Figura 17. Resultados de la evaluación sensorial de las muestras 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 y 13.

Como se aprecia en la Figura 17 las muestras 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 y 13 dieron el mismo perfil, lo cual implica similares caracterizaciones de los jueces en cuanto a la textura, aroma, color y sabor. En cuanto a el aroma tuvieron un gusto moderado hacia estas muestras, al igual que para el color, textura y sabor. Por lo tanto estas muestras pueden ser parcialmente aceptadas en la investigación.

4.3.2 Aroma

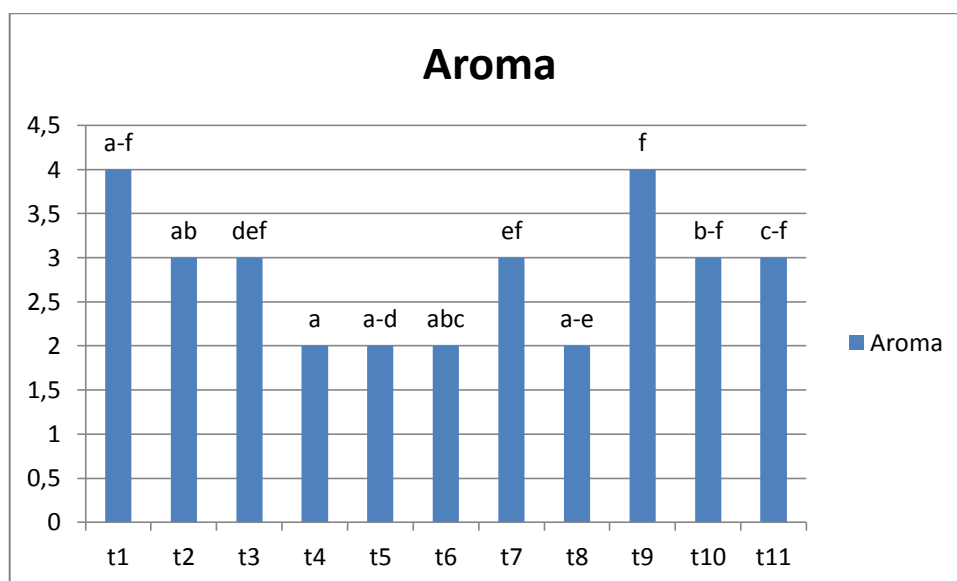


Figura 18. Resultados del parámetro de Aroma

De acuerdo a la figura 18, se puede determinar que la mejor opción en cuanto al aroma del cereal son los tratamientos 1 y 9, siendo su formulación 17.5% de azúcar, 22.5 % de fibra y 60% de avena para el tratamiento 1, y 20% de azúcar, 22.5 % de fibra y 57.50% de avena para el tratamiento 9 , las cuales tuvieron la mayor aceptación por los jueces con una valoración de 4, la misma que califica como un gusto marcado a esta muestra.

Seguida por los tratamientos 2, 3, 7, 10 y 11 con una valoración de 3 donde el gusto es moderado y por último los tratamientos 4, 5, 6 y 8 obtuvieron una valoración de 2 donde los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto hacia estas muestras.

4.3.3 Sabor

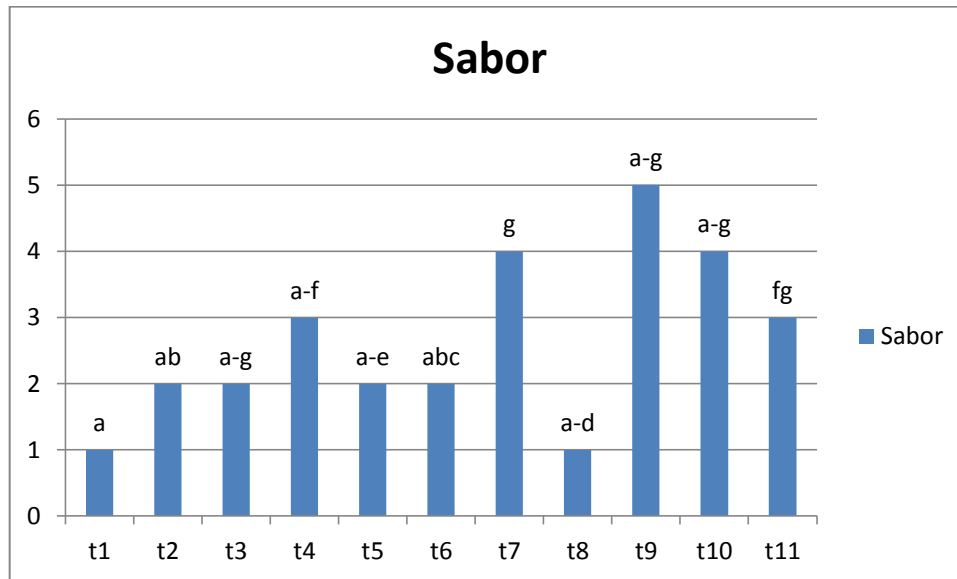


Figura 19. Resultados del parámetro de Sabor

De acuerdo a la figura 19, se puede determinar que la mejor opción en cuanto al sabor del cereal es el tratamiento 9, siendo su formulación 20% de azúcar, 22.5 % de fibra y 57.50% de avena, la cual tuvo la mayor aceptación por los jueces con una valoración de 5, la misma que califica como un gusto intenso a esta muestra.

Seguida por los tratamientos 7 y 10 con una valoración de 4 donde el gusto es marcado, luego tenemos los tratamientos 4 y 11 con una valoración de 3 donde el gusto es moderado.

Los tratamientos 2, 3, 5 y 6 presentan una valoración de 2 donde los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto a estas muestras y por último los tratamientos 1 y 8 obtuvieron una valoración de 1 donde las muestras no fueron del agrado del jurado.

4.3.4 Color

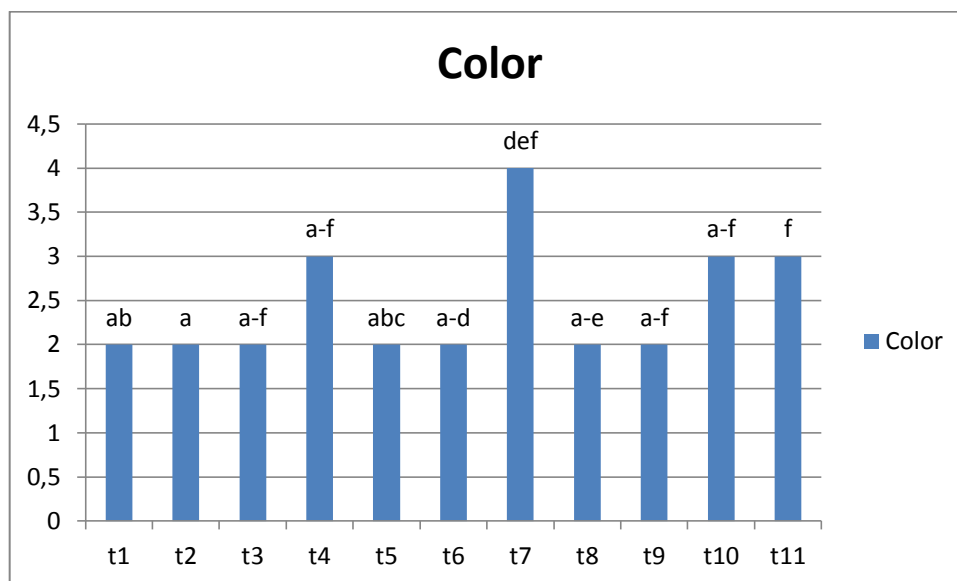


Figura 20. Resultados del parámetro de Color

De acuerdo a la figura 20, se puede determinar que la mejor opción en cuanto al color del cereal es el tratamiento 7, siendo su formulación 19.17% de azúcar, 21.67% de fibra y 59.17% de avena, la cual tuvo la mayor aceptación por los jueces con una valoración de 4, la misma que califica como un gusto marcado a esta muestra.

Seguida por los tratamientos 4, 10 y 11 con una valoración de 3 donde el gusto es moderado y por último los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 8 y 9 obtuvieron una valoración de 2, donde los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto hacia estas muestras.

4.3.5 Textura

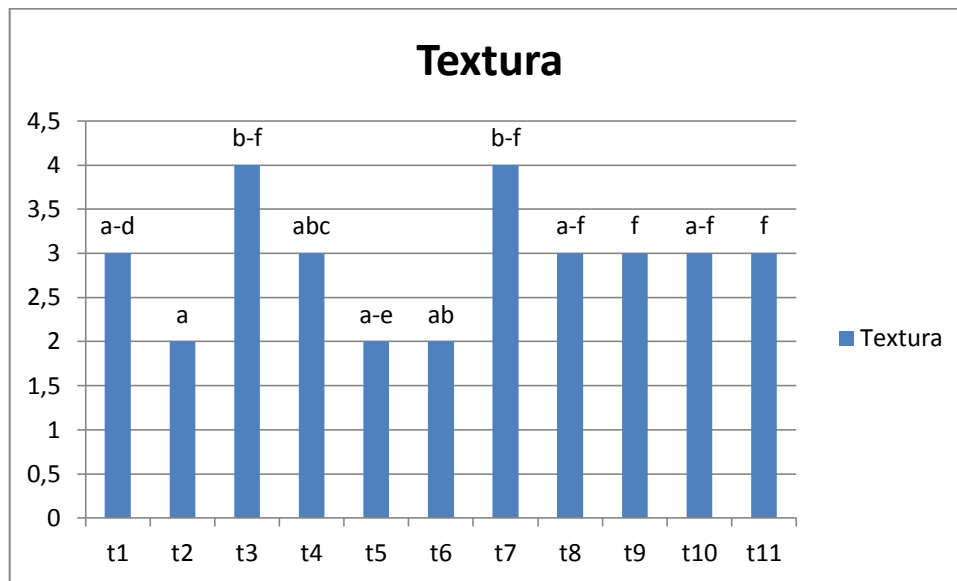


Figura 21. Resultados del parámetro de Textura

De acuerdo a la figura 21, se puede determinar que la mejor opción en cuanto a la textura del cereal son los tratamientos 3 y 7, siendo su formulación 20% de azúcar, 25 % de fibra y 55% de avena para el tratamiento 3, y 19.17% de azúcar 21.67 % de fibra y 59.17% de avena para el tratamiento 7 , las cuales tuvieron la mayor aceptación por los jueces con una valoración de 4, la misma que califica como un gusto marcado a esta muestra.

Seguida por los tratamientos 1, 4, 8, 9, 10 y 11 con una valoración de 3 donde el gusto es moderado y por último los tratamientos 2, 5 y 6 obtuvieron una valoración de 2 donde los jueces no mostraron cierto gusto ni disgusto hacia estas muestras.

4.4 Realización del análisis bromatológico y microbiológico al mejor tratamiento.

4.4.1 Análisis bromatológico

De acuerdo a los análisis sensoriales y bromatológicos realizados al cereal reconstituido de avena con alto contenido de fibra empleando cáscara de naranja y cacao, se deduce que el mejor tratamiento es el 9 cuya formulación es de 22.50% de concentrado (harina de cáscara de cacao y naranja), 20% de azúcar y 57.5% de avena. Obteniendo así un máximo de fibra dietética (4.79%), máximo de fibra bruta (11.5%), pH alto de 5.26 y un porcentaje bajo de acidez (0.08%) con relación a los otros tratamientos.

De igual forma en el análisis sensorial tuvo una mayor aceptabilidad en cuanto al aroma y al sabor, los cuales son los parámetros más importantes de aceptabilidad en este proyecto.

Tabla 14. Análisis bromatológico del Cereal reconstituyente

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	Humedad	Proteína	Ext. Etéreo	Ceniza	Fibra	E.L.N.N. Otros
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	4.34	18.18	10.64	5.02	11.48	50.35

Fuente: AGROLAB, Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario.

Los resultados obtenidos en la composición bromatológica del cereal si cumple con los criterios de la norma referencial comparativa NTE INEN 2471:2010. Mezclas en polvo preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos, Tabla 10. (Ver anexo 19)

4.4.2 Análisis microbiológico

Tabla 15. Análisis microbiológico del Cereal reconstituyente

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Coliformes totales	ufc / g	< 10	AOAC991.14
Coliformes fecales	ufc / g	< 10	AOAC991.14
Aerobios mesófilos totales	ufc / g	⁽²⁾ 70	AOAC990.12
Mohos y levaduras	ufc / g	< 10	AOAC997.02

Fuente: AGROLAB, Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario.

Los resultados obtenidos solo se aplica al lote analizado
 (2) :Nivel de rechazo > 1.0×10^2 ufc / g
 : < 10 Se interpreta como ausencia

Examen Organoléptico

Color: Característico

Granulometría: Uniforme

Número de muestras: 1 unidad

Materia extraña visible: Ausencia

Los resultados obtenidos en el Análisis microbiológico, si cumplen con los parámetros referenciales, establecidos en la norma referencial comparativa NTE INEN 2471:2010. Mezclas en polvo preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisito, Tabla 11.(Ver anexo 19)

4.5 Diseño del secador de bandejas.

4.5.1 Balance de masa

Tabla 16. Datos obtenidos en el balance de masa a nivel laboratorio

Pasos	Entradas	Salidas	Diferencia	Diferencia	Humedad	Solidos totales
	Kg				%	
Recepción 1	1.00	1.00	0.00	0.00	85.00	15.00
Selección 1	1.00	0.99	-0.01	-1.00	85.00	15.00
		0.01			85.00	15.00
Remojo	0.99	1.32	0.33	25.00	88.75	11.25
	0.33				100.00	0.00
Desaguado	1.32	1.15	-0.17	-12.88	87.10	12.90
		0.17			100.00	0.00
Secado 1	1.15	0.15	-1.00	-86.73	2.80	97.20
		1.00			100.00	0.00
Recepción 2	1.00	1.00	0.00	0.00	84.70	15.30
Selección 2	1.00	0.95	-0.05	-5.00	84.70	15.30
		0.05			84.70	15.30
Troceado	0.95	0.90	-0.05	-5.26	84.70	15.30
		0.05			84.70	15.30
Secado 2	0.90	0.15	0.75	83.33	10.00	90.00
		0.75			100.00	0.00
Molido	0.31	0.31	0.00	0.00	6.40	93.60
Secado 1	0.15				2.80	97.20
Secado 2	0.15				10.00	90.00
Tamizado	0.31	0.29	-0.02	-7.37	6.40	93.60
		0.02			6.40	93.60
Mezclado	1.29	1.29	0.00	0.00	5.50	94.50
Tamizado	0.26				6.40	93.60
Azúcar	0.25				0.50	99.50
Avena	0.73				7.00	93.00
Carragenina	0.02				0.50	99.50
Empacado	1.29	1.29	0.00	0.00	5.50	94.50

En la **tabla 12** se puede apreciar en que proceso tecnológico se encuentra pérdidas y ganancias en la elaboración del cereal reconstituido, en el análisis del mismo observamos que para el proceso de obtención de harina de cáscara de naranja durante la selección 1 se obtiene una pérdida del 1% debido a que se eliminan los cáscaras de naranja que se encuentran en mal estado, lo que podría perjudicar al producto final.

En el proceso del remojo se puede observar que existe una ganancia de peso del 25%, debido a que la cáscara de naranja absorbe agua y aumenta su peso. En el desaguado se obtiene una pérdida de peso del 12.88% debido a que se retira el exceso de agua del remojo. En el secado 1 se visualiza una pérdida de 86.73% debido a que la cáscara de naranja en su composición tiene un gran porcentaje de agua (87.1% H₂O) y al exponerlo a un secado a 70°C por 6 horas tiende a perder vapor de agua por ende peso.

Para el proceso de obtención de harina de cáscara de cacao durante la selección 2 se obtiene una pérdida del 5 % debido a que se eliminan los cáscaras de cacao que se encuentran en mal estado, lo que podría alterar al producto final. Durante el troceado existe una pérdida del 5.26% debido a que se elimina residuos de la cáscara de cacao que son demasiado duras de cortar. En el secado 2 se observa una pérdida de 83.33% debido a que la cáscara de cacao en su composición tiene un gran porcentaje de agua (84.7% H₂O) y al exponerlo a un secado a 70°C por 6 horas tiende a perder vapor de agua por ende peso.

Por último en el tamizado se observa una pérdida de 7.37% debido a que existen partículas grandes que no se tamizaron.

El rendimiento que se obtuvo al finalizar el proceso de elaboración del cereal reconstituido es del 42.83% y el rendimiento para la obtención del concentrado fue de 14.25% debido a que en el proceso de secado se pierde gran cantidad de agua.

4.5.2. Balance de energía

Tabla 17. Datos obtenidos del balance de energía a nivel laboratorio

Descripción	Resultado
Masa	1.153 kg
Cp Producto	1.5346 KJ/Kg°C
Calor sensible	0.41 W
Calor latente	92.61 W
Calor total teórico	111.62 W
Eficiencia del secador	92.94%
Área de las superficie de las bandejas	0.675 m ²
Coeficiente Transferencia de calor	4.04 W/(m ² °C)

En la **tabla 13** observamos los datos obtenidos en el balance de energía, para determinar el calor total para secar 1.153 Kg, primero se obtiene el Cp del cereal, el mismo que se calcula con los porcentajes de agua 87.1% y de sólidos totales 12.9%, con este resultados procedemos a calcular tanto el calor sensible como el latente mediante temperaturas de entrada y salida del producto así como la entalpía a 70°C, el calor total teórico es la sumatoria del calor sensible y latente más el 20% de eficiencia.

El coeficiente de transferencia de calor es determinado mediante la división del calor total teórico para el área por la variación de temperaturas, esto es necesario para determinar el diseño de área de transferencia que requiere la secadora a nivel planta piloto.

4.5.3. Dimensionamiento del secador

Tabla 18. Datos obtenidos para el dimensionamiento del secador

Descripción	Resultado
Masa	115.3 kg
Número de bandejas	30
Dimensión de cada bandeja	1m largo x 0.80 m ancho
Altura interna	1.8 m
Ancho interno	0.80 m
Altura externa	2 m
Ancho externo	0.90 m

En la **tabla 14** se puede observar los resultados para el dimensionamiento del equipo principal, en este caso el secador de bandejas para una capacidad de 115.3 Kg cuyas dimensiones fueron: 1 m de largo por 0.80 metros de ancho para cada bandeja. En la altura interna tiene 1.8 m, el ancho interno 0.80 m, la altura externa 2 m y el ancho externo 0.90 m construida en acero inoxidable y con fácil manipulación tanto manual como automáticamente. (Planos ver anexo. 9)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se obtuvo un cereal reconstituido rico en fibra mediante la utilización de cáscara de naranja y cáscara del cacao con una proporción de 1:1, cuya formulación fue de 20% azúcar, 22.5% concentrado y 57.5% avena.
- Se caracterizó el concentrado (harina de cáscara de cacao y naranja), dando la composición nutricional siguiente: 8.31% humedad, 16.16% proteína, 5.70% grasa, 7.01% ceniza, 21.66% de fibra y 41.16% de carbohidratos (ELNN).
- Se caracterizo bromatologicamente todos los tratamientos obteniendose altos porcentajes de fibra dietetica (4.79%) y fibra bruta (11.50%) en el tratamiento 9. Se obtuvo bajos porcentajes de fibra dietetica (1.14%) y fibra bruta (6.70%) en el tratamiento 11. Adicionalmente el tratamiento 9 presento un pH de 5.26 y una acidez de 0.08%.
- El aroma y el sabor que tuvo la mayor aceptabilidad fue del tratamiento 9 cuya formulación es de 20% azúcar, 22.5% concentrado (harina de cáscara de cacao y naranja) y 57.5% avena, fue la mejor calificada por los catadores teniendo así un gusto marcado hacia esta muestra en cuanto al aroma; mientras que para el sabor tuvo un gusto intenso lo que determina que fue la muestra más idónea para este proyecto.
- El color y textura que tuvo aceptabilidad fue el tratamiento 7, que calificaron con un gusto marcado.

- El mejor tratamiento para la elaboración del cereal reconstituido fue el 9 que consistió en 20% azúcar, 22.5% concentrado (harina compuesta de cáscara de cacao y naranja en una proporción de 1:1) y 57.5% avena; con este tratamiento se obtuvo un un máximo de fibra dietética (4.79%), máximo de fibra bruta (11.5%), pH alto de 5.26 y un porcentaje bajo de acidez (0.08%) con relación a los otros tratamientos.
- El análisis microbiológico determino que el cereal reconstituido con avena está en óptimas condiciones cumpliendo con lo establecido por la norma INEN 2471 – 2010 (Mezclas en polvo para preparar refrescos y bebidas instantáneas, requisitos), siendo así apto para el consumo humano.
- El diseño del equipo más relevante del proceso fue secador de bandejas con una base de cálculo para 115.3 Kg de cáscara de naranja o cacao, obteniendo así las siguientes dimensiones: 30 bandejas, cada bandeja con una dimensión de 1 m de largo por 0.80 m de ancho, 1.8 de altura interna, 0.80 m de ancho interno, 2 m de altura externa y 0.90 m de ancho externo.
- En el análisis de costo de producción del cereal reconstituido, nos da como resultado que cada envase con un contenido de 200 gramos tiene un costo de \$1.22, con un rendimiento total del proceso de 450.9%, lo que indica que al utilizar las cáscaras de naranja y cacao como materia prima economizamos y obtenemos gran rentabilidad.

5.2. Recomendaciones

- Durante la obtención de las harinas de cacao y naranja se debe tener en cuenta la temperatura y sobre todo el tiempo de secado, ya que si se prolonga el tiempo de secado puede alterar las características físicas, químicas, nutricionales y organolépticas del producto.

- El cereal reconstituido debe ser elaborado con cáscaras en buen estado, y la adición del resto de ingredientes debe estar regido por una formulación, la cual se debe seguir al pie de la letra para que así se pueda obtener un producto de calidad.
- Trabajar con asepsia tanto en el lugar de trabajo como con los materiales y equipos a utilizar, además utilizando la vestimenta y accesorios adecuados para la realización de este proceso alimenticio.
- Para una mejor conservación del cereal reconstituido se recomienda mantener el producto a una humedad inferior del 10%.

BIBLIOGRAFÍA

Abarca R. y Hernán, D. (2010). Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Complejo nacional por trinitario. Escuela de Ingeniería en Industrias Agropecuarias Área Biológica. Universidad Técnica Particular De Loja, Loja – Ecuador.

Aguavil, J. (2012). Elaboración de galletas a partir de la harina de placenta de cacao. Universidad Tecnológica Equinoccial.

Alfaro, M. Proceso de elaboración de Harina de trigo. Universidad Nacional Aranceta, J. y Serra, L. Guía de alimentos funcionales. Instituto Omega 3. Recuperado el 15 de mayo del 2014, de http://www.fesnad.org/publicaciones/pdf/guia_alimentos_funcionales.pdf

Baena, L. y Garcia, N. (2012). Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *theobroma cacao* L. de una industria chocolatera colombiana. Universidad Tecnológica de Pereira, Escuela de Química.

Barreiro, J. y Sandoval, A. (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. 1era edición. Editorial Equinoccio.

Braudeau, J. (1970). El cacao. Naucalpan de Juárez, México.

Caisapanta, N. (2014). Carne vegetariana a base de soja y gluten de trigo con adición de harina de cáscara de cacao para mejorar el valor nutritivo. Universidad Tecnológica Equinoccial.

Cayo, E. y Matos, A. (2009). Obtención de fibra insoluble a partir de cáscara de naranja. Revista de investigación universitaria, 1(1), 25-30.

Cerezal, P. y Duarte G. (2005). Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de tuna. Universidad de Antofagasta, facultad de ciencia del mar, 61-77.

Chávez Zepeda, I. (2009). Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. Nacameh.

Crespo del Campo, E. y Crespo Andía, F. (1997). Cultivo y Beneficio del cacao CCN51. Ecuador.

Desrosier, N. (1997). Conservación de alimentos. Primera edición.

Duarte, P. y Romero, A. (2008). Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: función de salud. Revista Mexicana de Agronegocios, 23, 613-621.

El cacao ecuatoriano huele a USD 700 millones. Diario El Comercio. Recuperado el 30 de noviembre del 2014, de <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/cacao-ecuador-negocio-ganancias-chocolate.html>.

Escudero, E. y González, P. (2006). La fibra dietética. Nutrición Hospilaria, 21, 61-72.

Fito, P.; Grau, A.; Albors, A. y Barat, M. (2001). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Editorial. Univ. Politéc. De Valencia.

Fonnegra, R. y Jiménez, S. (2007). Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquía. 2ed. Colombia.

Gray, J. (2006). Fibra dietética. ILSI Europe Consice Monograph Series, 1-31.

Hernández, A. Microbiología Industrial. Editorial EUNED.

Hernandez, a. (2010). Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, Volumen 2. Ed. Médica Panamericana.

Hernández, G. Cereales industrializados. Alimentación y Nutrición. Recuperado el 25 de mayo del 2014, de <http://alimentacionynutriciong.blogspot.com/2012/10/cereales-industrializados.html>
<http://books.google.com.ec/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&dq=microbiologia+industrial&hl=es-419&sa=X&ei=IDhkU46EF6fLsQTVgllw&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=microbiologia%20industrial&f=false>

INIAP. (2003), Beneficio del cacao. Quito, Ecuador.

Little, E. , Wadsworth, F. y Marrero, J. (2001). Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

MAGAP (2009). Ayuda memoria sobre la situación de la cadena del cacao en el Ecuador. Ecuador.

Martinez, A. (2010). Preelaboración y conservación de alimentos. Ediciones AKAL.

Martínez, A. Manual de pastos y forrajes andinos. Serie No. 28.

Mejía, L. y Argüello, O. (2000). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción del cacao. CORPOICA. Bucaramanga.

Norma INEN 2471 : 2010. Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos.

Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echeverría, A. y Provencal, P. (2001). Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Recuperado el 23 de febrero del 2015, de www.produccion-animal.com.ar.

Prieto, A. y Villaseñor, S. (2009). Fibra. Dieta y Salud, 3-36.

Quirós, A., Palafox, H., Robles, R. y González, G. (2012). Interacción de compuestos fenólicos y fibra dietaria: capacidad antioxidante y biodisponibilidad. Revista de ciencias biológicas y de la salud, 13(3), 3-11.

Rayas, P. y Romero, A. (2008). Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: función de salud. Revista Mexicana de agronegocios, 23, 613-621.

Reconstituyentes. Funant. Recuperado el 30 de noviembre del 2014, de <http://www.funat.us/es/%C2%BFsab%C3%ADas-qu%C3%A9/los-reconstituyentes-contribuyen-al-aporte-de-nutrientes-tu-organismo-mejorando-tu>

Rivadeneira, M. y Cáceres, P. Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.

Rodríguez, V. (2008). Bases de la Alimentación Humana. Netbiblo.

Ronca, M.(2013). La nutritiva y saludable avena. Individualmentos, Junio, 76-78.

Sáenz, C., Estévez, A. y Sanhueza, S. (2007). Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de

alimentos. Universidad de Chile. Vol. 57 No. 2. Santiago, Chile. Recuperado el 30 de mayo del 2014, de <http://www.scielo.org.ve/pdf/alan/v57n2/art13.pdf>

Sánchez, J. (2013). Evaluación energética de cáscaras de cacao nacional y CCN-51. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas.

Santo Domingo en el top cacaotero. Diario El Comercio. Recuperado el 30 de noviembre del 2014, de <http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/220327042a5c6b2a-4760-472f-90a7-194cab255ff4>

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de desechos agroindustriales: pasado, presente y futuro. Instituto de ingeniería UNAM. México, D.F.

Suárez, D. (2005). Guía de procesos para la elaboración de harinas almidones hojuelas deshidratadas y compotas. Ed. Convenio Andrés Bello. Bogotá.

Valencia, F. y Román M. (2006). Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica, 13(2), 54-60

Vera, E. (2003). Historia e importancia del sector cacaotero ecuatoriano; Situación de la producción y comercialización del cacao ecuatoriano. MAGAP. Ecuador.

Vincent, M; Alvarez, S. y Zaragoza, J. (2006). Química industrial orgánica. Ed. Univ. Politéc. Valencia.

ANEXOS

A. Análisis de Varianza

ANEXO 1. Cuadro de los resultados bromatológicos

Tratamiento	pH	% Acidez	% Fibra dietética	% Fibra bruta
1	5,25	0,08	2,41	10,30
2	5,22	0,10	1,92	10,20
3	5,2	0,13	4,46	11,00
4	5,15	0,13	3,41	10,70
5	5,23	0,09	2,18	10,30
6	5,20	0,13	3,40	10,60
7	5,27	0,07	1,88	9,80
8	5,23	0,10	4,48	11,01
9	5,26	0,08	4,79	11,50
10	5,21	0,10	1,93	10,30
11	5,32	0,06	1,14	6,70

ANEXO 2. Análisis de varianza de la Fibra Dietética del cereal reconstituido

Response:		Fibra dietética (%)			
ANOVA for Mixture Special Cubic Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
	Sum of		Mean	F	
Source	Squares	DF	Square	Value	Prob > F
Model	20.5989068	6	3.43315113	22.1125101	0.0001
Linear	13.4524689	2	6.72623443	43.3228604	< 0.0001
Mixture					
AB	2.85088395	1	2.85088395	18.3621978	0.0027
AC	3.47255546	1	3.47255546	22.3663087	0.0015
BC	2.05406033	1	2.05406033	13.2299535	0.0066
ABC	2.72294405	1	2.72294405	17.5381524	0.0030
Residual	1.24206654	8	0.15525832		
Lack of Fit	1.24206654	4	0.31051664		
Pure Error	0	4	0		
Cor Total	21.8409733	14			

Fuente: Desing-Expert. Versión 6.0.1

ANEXO 3. Análisis de varianza de la Fibra Bruta del cereal reconstituido

Response:		Fibra bruta (%)			
ANOVA for Mixture Reduced Quadratic Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
	Sum of		Mean	F	
Source	Squares	DF	Square	Value	Prob > F
Model	29.1049124	4	7.27622811	148.016901	< 0.0001
Linear					
Mixture	10.7365886	2	5.36829429	109.204697	< 0.0001
AB	12.8157323	1	12.8157323	260.704442	< 0.0001
AC	5.13065495	1	5.13065495	104.370511	< 0.0001
Residual	0.4915809	10	0.04915809		
Lack of Fit	0.4915809	6	0.08193015		
Pure Error	0	4	0		
Cor Total	29.5964933	14			

Fuente: Desing-Expert. Versión 6.0.1

ANEXO 4. Análisis de varianza de la Acidez del cereal reconstituido

Response: Acidez (%)

ANOVA for Mixture Quadratic Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
	Sum of		Mean	F	
Source	Squares	DF	Square	Value	Prob > F
Model	0.00288301	5	0.0005766	3.51350097	0.0488
Linear Mixture	0.00104816	2	0.00052408	3.19346651	0.0895
AB	6.0717E-07	1	6.0717E-07	0.00369976	0.9528
AC	0.00183478	1	0.00183478	11.180151	0.0086
BC	3.6822E-05	1	3.6822E-05	0.22437592	0.6470
Residual	0.00147699	9	0.00016411		
Lack of Fit	0.00147699	5	0.0002954		
Pure Error	0	4	0		
Cor Total	0.00436	14			

Fuente: Desing-Expert. Versión 6.0.1

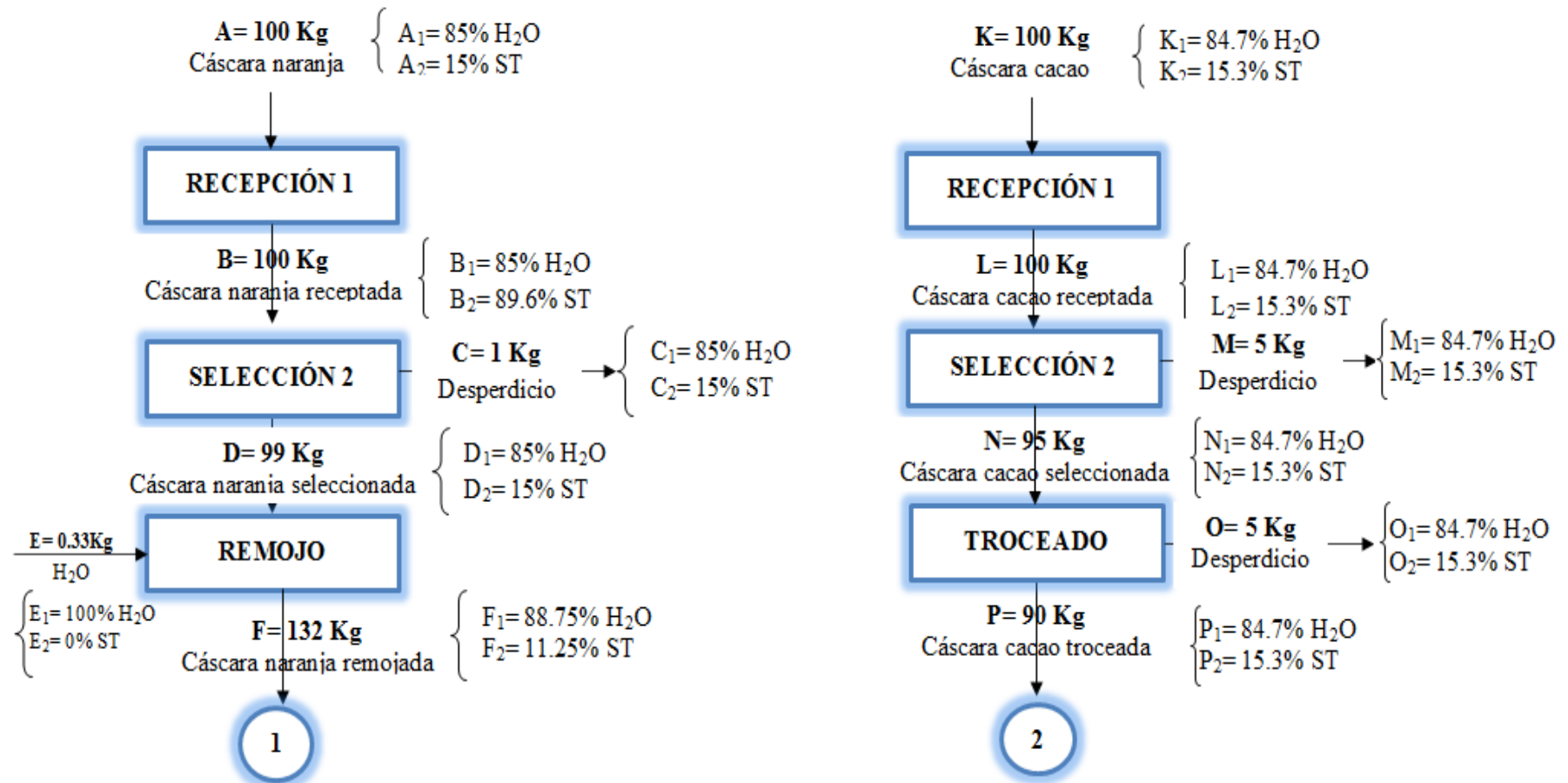
ANEXO 5. Análisis de varianza del pH del cereal reconstituido

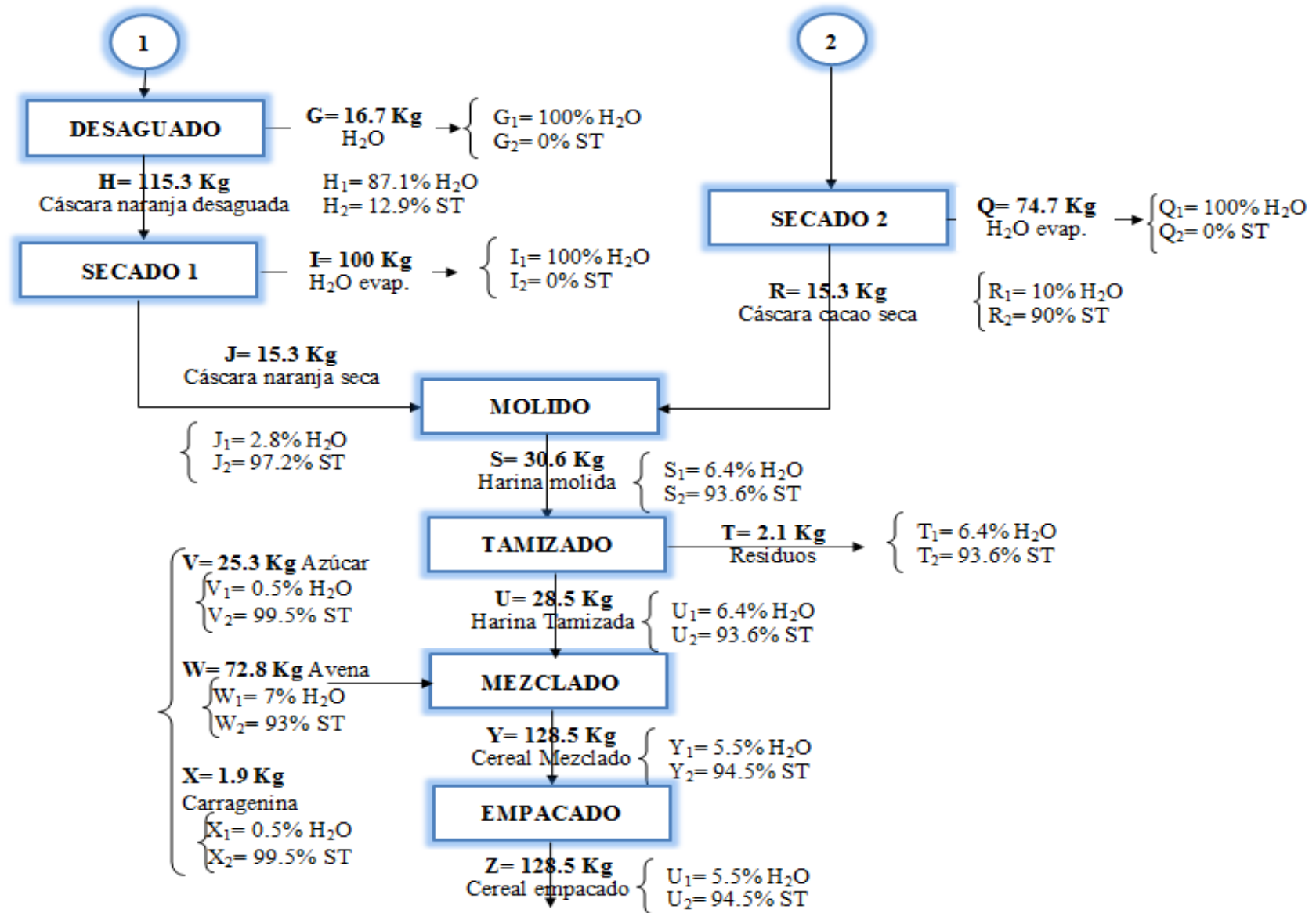
Response: pH					
ANOVA for Mixture Reduced Quadratic Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares]					
	Sum of		Mean	F	
Source	Squares	DF	Square	Value	Prob > F
Model	0.01880988	4	0.00470247	5.41543378	0.0139
Linear Mixture	0.00962523	2	0.00481262	5.54228005	0.0240
AB	0.0049889	1	0.0049889	5.7452961	0.0375
AC	0.00396489	1	0.00396489	4.56602405	0.0583
Residual	0.00868346	10	0.00086835		
Lack of Fit	0.00868346	6	0.00144724		
Pure Error	0	4	0		
Cor Total	0.02749333	14			

Fuente: Desing-Expert. Versión 6.0.1

B. Diseño de un secador de bandejas para la elaboración del cereal reconstituido

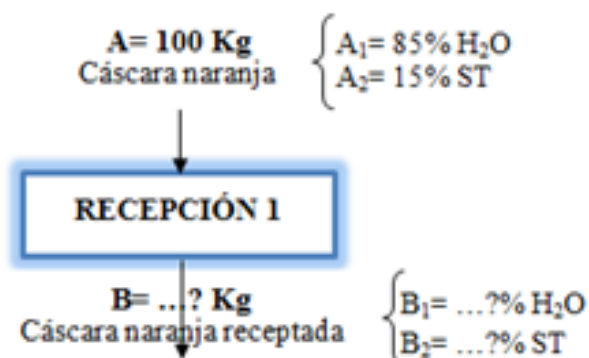
ANEXO 6. Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de un Cereal reconstituido a nivel de planta piloto.





ANEXO 7. Balance de materia para la obtención de un Cereal reconstituido

➤ Balance de materia de Recepción 1



Balance General

$A = B = 100$ Kg Cáscara naranja
receptada

Balance parcial de agua

$A (A_1) = B (B_1)$

$$100 (0.85) = 100 (B_1)$$

$$B_1 = 0.85 (100) = 85\%$$

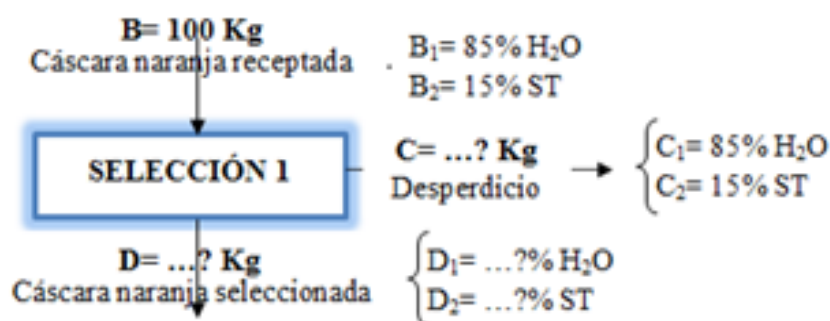
Balance parcial de sólidos totales

$A (A_2) = B (B_2)$

$$100 (0.15) = 100 (B_2)$$

$$B_2 = 0.15 (100) = 15\%$$

➤ Balance de materia selección 1



Dato Experimental $C = 1\% B$

Cálculo de desperdicios que salen

$$C = 1\% B$$

$$C = 1\% (100)$$

$C = 1$ Kg de Desperdicios que salen

Balance General

$$B - C = D$$

$$D = B - C$$

$$D = 100 - 1$$

$D = 99$ Kg Cáscara de naranja seleccionada

Balance parcial de agua

$$B (B_1) - C (C_1) = D (D_1)$$

$$D (D_1) = B (B_1) - C (C_1)$$

$$99 (D_1) = 100 (0.85) - 1 (0.85)$$

$$D_1 = \frac{85 - 0.85}{99} = 0.85 (100) = 85\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$B (B_2) - C (C_2) = D (D_2)$$

$$D (D_2) = B (B_2) - C (C_2)$$

$$99 (D_2) = 100 (0.15) - 1 (0.15)$$

$$D_2 = \frac{15 - 0.15}{99} = 0.15 (100) = 15\%$$



Dato experimental $E = 33.3\% D$

Cálculo de H₂O que ingresa

$$E = 33.3\% D$$

$$E = 33.3\% (99)$$

$E = 33$ Kg de H₂O que ingresa

Balance General

$$D + E = F$$

$$F = D + E$$

$$F = 99 + 33$$

$F = 132$ Kg Cáscara de naranja remojada

Balance parcial de agua

$$D (D_1) + E (E_1) = F (F_1)$$

$$F (F_1) = D (D_1) + E (E_1)$$

$$132 (F_1) = 99 (0.85) + 33 (1)$$

$$132 (F_1) = 84.15 + 33$$

$$F_1 = \frac{117.15}{132} = 0.8875 (100) = 88.75\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$D (D_2) + E (E_2) = F (F_2)$$

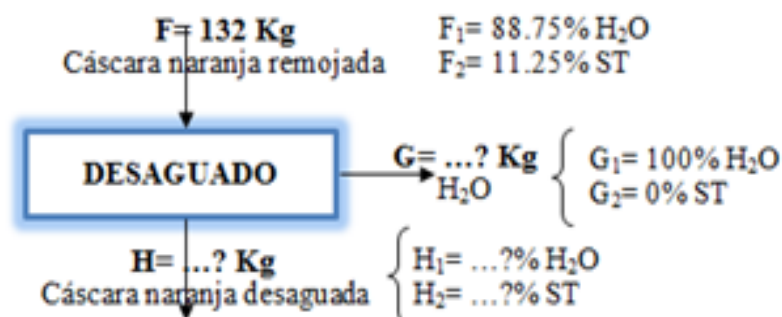
$$F (F_2) = D (D_2) + E (E_2)$$

$$132 (F_2) = 99 (0.15) + 0.33 (0)$$

$$132 (F_2) = 14.85 + 0$$

$$F_2 = \frac{14.85}{132} = 0.1125 (100) = 11.25\%$$

➤ Balance de materia de desaguado



Dato experimental $G = 12.85\%F$

Cálculo de H_2O que sale

$$G = 12.85\%F$$

$$G = 12.85\%(132)$$

$$G = 16.7 \text{ Kg de } H_2O \text{ que sale}$$

Balance General

$$F - G = H$$

$$H = F - G$$

$$H = 132 - 16.7$$

$$H = 115.3 \text{ Kg Cáscara naranja desaguada}$$

Balance parcial de agua

$$F (F_1) - G (G_1) = H (H_1)$$

$$H (H_1) = F (F_1) - G (G_1)$$

$$115.3 (H_1) = 132 (0.8875) - 16.7 (1)$$

$$115.3 (H_1) = 117.15 - 16.7$$

$$H_1 = \frac{100.45}{115.3} = 0.871 (100) = 87.1\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$F (F_2) - G (G_2) = H (H_2)$$

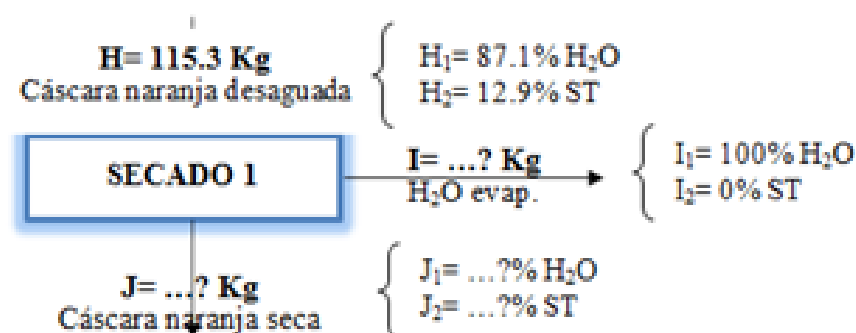
$$H (H_2) = F (F_2) - G (G_2)$$

$$115.3 (H_2) = 132 (0.1125) - 16.7 (0)$$

$$115.3 (H_2) = 14.85$$

$$H_2 = \frac{14.85}{115.3} = 0.129 (100) = 12.9\%$$

➤ Balance de materia de secado 1



Dato experimental $I = 87\% H$

Cálculo de H_2O evaporada que sale

$$I = 87\% (H)$$

$$I = 87\% (115.3)$$

$$I = 100 \text{ Kg de } H_2O \text{ evaporada que sale}$$

Balance General

$$H - I = J$$

$$J = H - I$$

$$J = 115.3 - 100$$

$$J = 15.3 \text{ Kg Cáscara de naranja seca}$$

Balance parcial de agua

$$H (H_1) - I (I_1) = J (J_1)$$

$$J (J_1) = H (H_1) - I (I_1)$$

$$15.3 (J_1) = 115.3 (0.871) - 100 (1)$$

$$15.3 (J_1) = 100.4283 - 100$$

$$J_1 = \frac{0.4283}{15.3} = 0.028 (100) = 2.8\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$H (H_2) - I (I_2) = J (J_2)$$

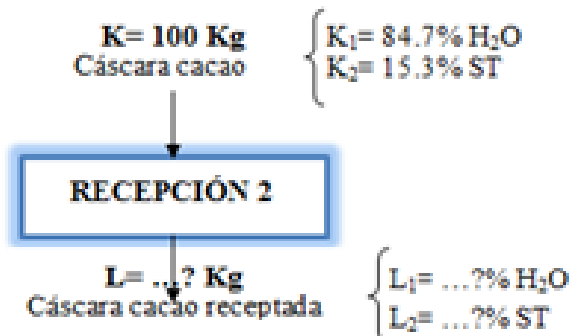
$$J (J_2) = H (H_2) - I (I_2)$$

$$15.3 (J_2) = 115 (0.129) - 100 (0)$$

$$15.3 (J_2) = 14.8737 - 0$$

$$J_2 = \frac{14.8737}{15.3} = 0.972 (100) = 97.2\%$$

➤ **Balance de material recepción 2**



Balance General

$$K = L$$

$$L = K$$

$L = 100$ Kg de Cáscara cacao receptada

Balance parcial de Agua

$$K (K_1) = L (L_1)$$

$$L (L_1) = K (K_1)$$

$$100 (L_1) = 100 (0.847)$$

$$L_1 = 0.847 (100) = 84.7\%$$

Balance parcial de solidos totales

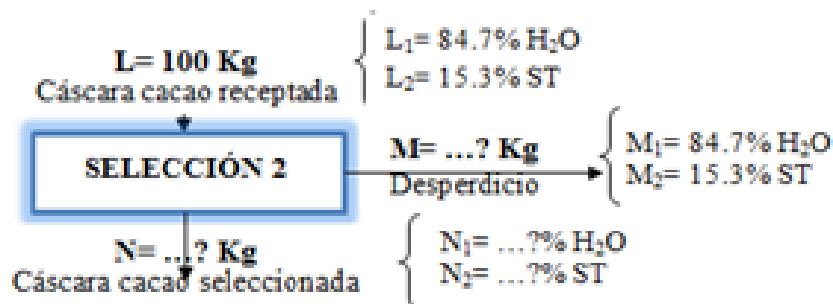
$$K (K_2) = L (L_2)$$

$$L (L_2) = K (K_2)$$

$$100 (L_2) = 100 (0.153)$$

$$L_2 = 0.153 (100) = 15.3\%$$

➤ **Balance de material selección 2.**



Dato Experimental $M = 5\% L$

Cálculo de desperdicios que salen

$$M = 5\% L$$

$$M = 5\% (100)$$

$$M = 5$$

Balance General

$$L - M = N$$

$$N = L - M$$

$$N = 100 - 5$$

$N = 95$ Kg de Cáscaras de cacao seleccionada

Balance parcial de Agua

$$L (L_1) - M (M_1) = N (N_1)$$

$$N (N_1) = L (L_1) - M (M_1)$$

$$95 (N_1) = 100 (0.847) - 5 (0.847)$$

$$95 (N_1) = 84.7 - 4.2$$

$$N_1 = \frac{80.5}{95} = 0.847 (100) = 84.7\%$$

Balance parcial de solidos totales

$$L (L_2) - M (M_2) = N (N_2)$$

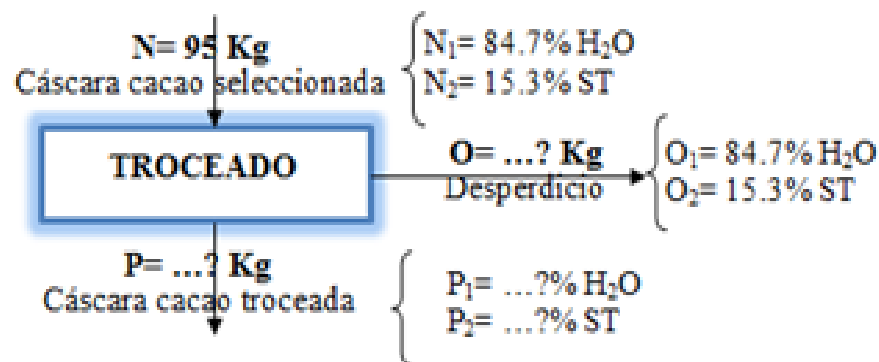
$$N (N_2) = L (L_2) - M (M_2)$$

$$95 (N_2) = 100 (0.153) - 5 (0.153)$$

$$95 (N_2) = 15.3 - 0.8$$

$$N_2 = \frac{14.5}{95} = 0.153 (100) = 15.3\%$$

➤ Balance de material troceado.



Dato Experimental $O = 5.3\% N$

Cálculo de desperdicios que salen
 $O = 5.3\% N$

$$O = 5.3\% (95)$$

$O = 5 \text{ Kg}$ de desperdicios que salen

Balance General
 $N - O = P$

$$P = N - O$$

$$P = 95 - 5$$

$P = 90 \text{ Kg}$ de Cáscaras de cacao troceado

Balance parcial de Agua

$$N (N_1) - O (O_1) = P (P_1)$$

$$P (P_1) = N (N_1) - O (O_1)$$

$$90 (P_1) = 95 (0.847) - 5 (0.847)$$

$$90 (P_1) = 80.5 - 4.2$$

$$P_1 = \frac{76.3}{90} = 0.847 (100) = 84.7\%$$

Balance parcial de solidos totales

$$N (N_2) - O (O_2) = P (P_2)$$

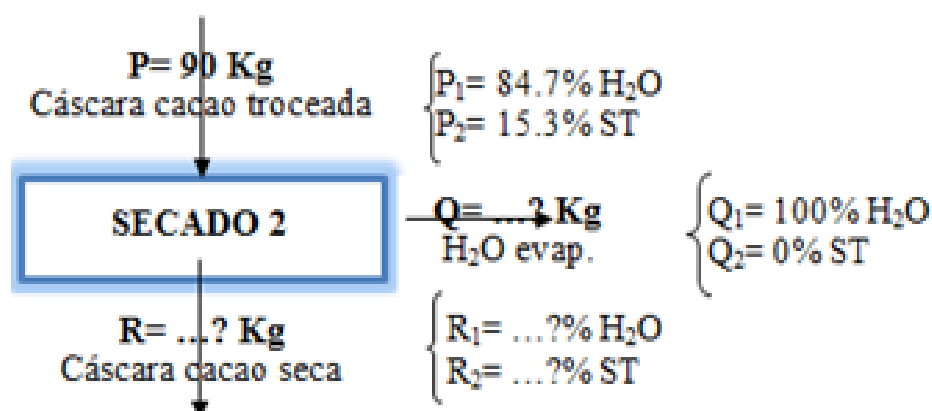
$$P (P_2) = N (N_2) - O (O_2)$$

$$90 (P_2) = 95 (0.153) - 5 (0.153)$$

$$90 (P_2) = 14.54 - 0.8$$

$$P_2 = \frac{13.74}{90} = 0.153 (100) = 15.3\%$$

➤ Balance de material secado 2.



Dato Experimental $Q = 83\% P$

Cálculo de H₂O evaporada que sale

$Q = 83\% P$

$Q = 83\% (90)$

$Q = 74.7$ Kg de H₂O que sale

Balance General

$P - Q = R$

$R = P - Q$

$R = 90 - 74.7$

$R = 15.3$ Kg de Cáscaras de cacao seca

Balance parcial de Agua

$P (P_1) - Q (Q_1) = R (R_1)$

$R (R_1) = P (P_1) - Q (Q_1)$

$15.3 (R_1) = 90 (0.847) - 74.7 (1)$

$15.3 (R_1) = 76.23 - 74.7$

$R_1 = \frac{1.53}{15.3} = 0.10 (100) = 10\%$

Balance parcial de solidos totales

$P (P_2) - Q (Q_2) = R (R_2)$

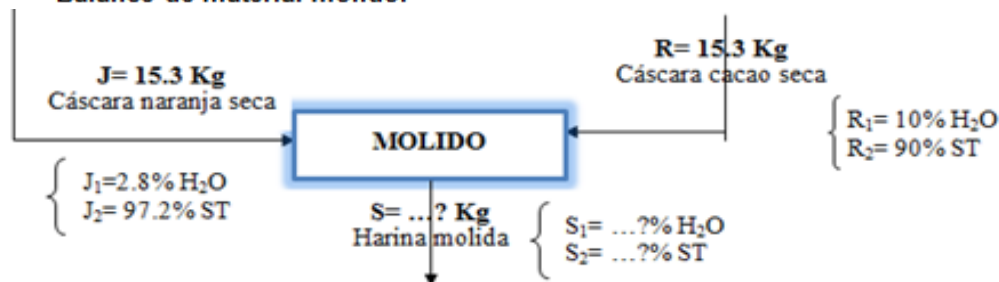
$R (R_2) = P (P_2) - Q (Q_2)$

$15.3 (R_2) = 90 (0.153) - 74.7 (0)$

$15.3 (R_2) = 13.77 - 0$

$R_2 = \frac{13.77}{15.3} = 0.90 (100) = 90\%$

> **Balance de material molido.**



Balance General

$J + R = S$

$S = J + R$

$S = 15.3 + 15.3$

$S = 30.6$ Kg Harina molida

Balance parcial de agua

$J (J_1) + R (R_1) = S (S_1)$

$S (S_1) = J (J_1) + S (R_1)$

$30.6 (S_1) = 15 (0.028) + 15.3 (0.10)$

$30.6 (S_1) = 0.42 + 1.53$

$S_1 = \frac{1.95}{30.6} = 0.064 (100) = 6.4\%$

Balance parcial de sólidos totales

$J (J_2) + R (R_2) = S (S_2)$

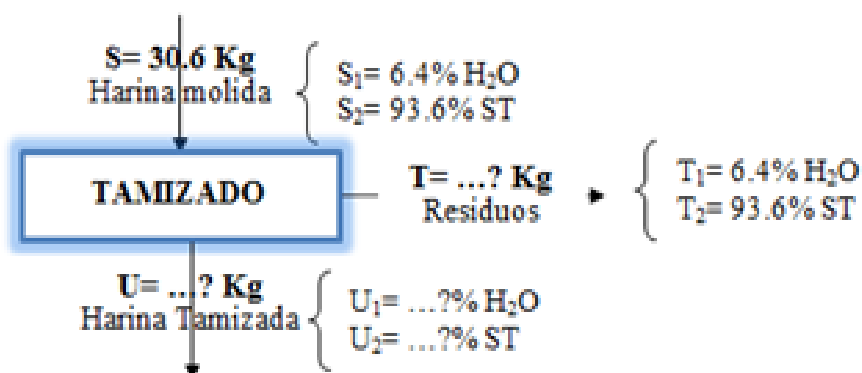
$S (S_2) = J (J_2) + S (R_2)$

$30.6 (S_2) = 15.3 (0.972) + 15.3 (0.90)$

$30.6 (S_2) = 14.8716 + 13.77$

$S_2 = \frac{28.6416}{30.6} = 0.936 (100) = 93.6\%$

➤ Balance de material tamizado.



Dato Experimental $T = 6.9\% S$

Cálculo de residuos que salen

$$T = 6.9\% S$$

$$T = 6.9\% (30.6)$$

$T = 2.1$ Kg de residuos que salen

Balance General

$$S - T = U$$

$$U = S - T$$

$$U = 30.6 - 2.1$$

$U = 28.5$ Kg de Harina tamizada

Balance parcial de agua

$$S (S_1) - T (T_1) = U (U_1)$$

$$U (U_1) = S (S_1) - T (T_1)$$

$$28.5 (U_1) = 30.6 (0.064) - 2.1 (0.064)$$

$$28.5 (U_1) = 1.9584 - 0.1344$$

$$U_1 = \frac{1.824}{28.5} = 0.064 (100) = 6.4\%$$

Balance parcial de Sólidos totales

$$S (S_2) - T (T_2) = U (U_2)$$

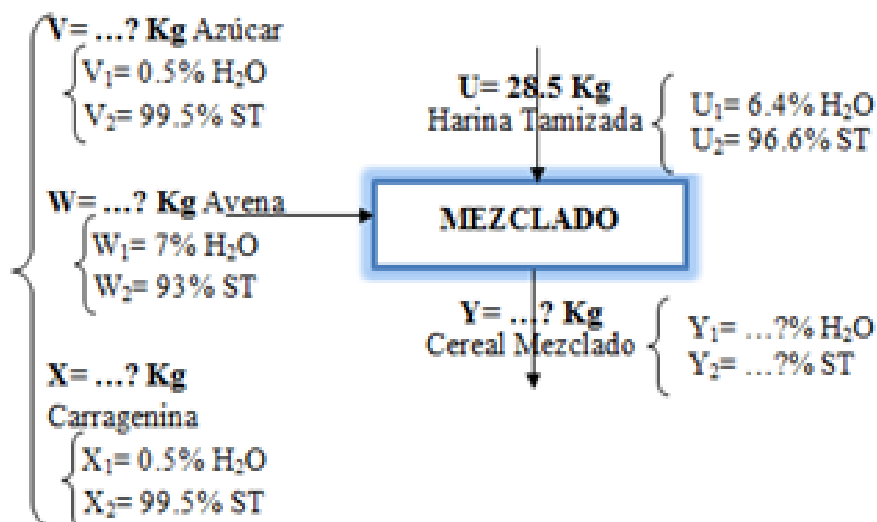
$$U (U_2) = S (S_2) - T (T_2)$$

$$28.5 (U_2) = 30.6 (0.936) - 2.1 (0.936)$$

$$28.5 (U_2) = 28.6416 - 1.9656$$

$$U_2 = \frac{26.676}{28.5} = 0.936 (100) = 93.6\%$$

➤ Balance de material mezclado.



*Cálculo de Azúcar que ingresaRegla de tres

$$U = 28.5 \quad 22.5\% \quad \longrightarrow$$

$$V = \dots? \quad 20\% \quad \longleftarrow$$

V = 25.3 Kg de Azúcar que ingresa

*Cálculo de Avena que ingresaRegla de tres

$$U = 28.5 \quad 22.5\% \quad \longrightarrow$$

$$W = \dots? \quad 57.5\% \quad \longleftarrow$$

W = 72.8 Kg de Avena que ingresa

*Cálculo de Carragenina que ingresaRegla de tres

$$U = 28.5 \quad 22.5\% \quad \longrightarrow$$

$$X = \dots? \quad 1.5\% \quad \longleftarrow$$

X = 1.9 Kg de Carragenina que ingresa

Balance General

$$U + V + W + X = Y$$

$$Y = U + V + W + X$$

$$Y = 28.5 + 25.3 + 72.8 + 1.9$$

$$Y = 128.5 \text{ Kg de Cereal mezclado}$$

Balance parcial de agua

$$U (U_1) + V (V_1) + W (W_1) + X (X_1) = Y (Y_1)$$

$$Y (Y_1) = U (U_1) + V (V_1) + W (W_1) + X (X_1)$$

$$128.5 (Y_1) = 28.5 (0.064) + 25.3 (0.005) + 72.8 (0.07) + 1.9 (0.005)$$

$$128.5 (Y_1) = 1.824 + 0.1265 + 5.096 + 0.0095$$

$$Y_1 = \frac{7.056}{128.5} = 0.055 (100) = 5.5\%$$

Balance parcial de solidos totales

$$U (U_1) + V (V_1) + W (W_1) + X (X_1) = Y (Y_1)$$

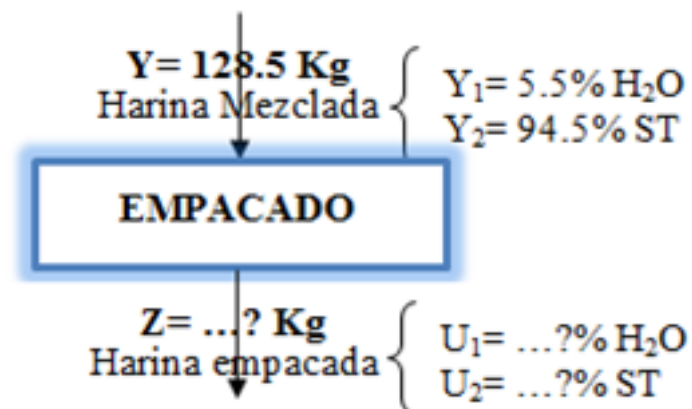
$$Y (Y_1) = U (U_1) + V (V_1) + W (W_1) + X (X_1)$$

$$128.5 (Y_1) = 28.5 (0.936) + 25.3 (0.995) + 72.8 (0.93) + 1.9 (0.995)$$

$$128.5 (Y_1) = 26.676 + 25.1735 + 67.704 + 1.8905$$

$$Y_1 = \frac{121.444}{128.5} = 0.945 (100) = 94.5\%$$

➤ Balance de material empacado



Balance General

$$Y = Z$$

$$Z = 128.5 \text{ Kg Harina empacada}$$

Balance parcial de agua

$$Y (Y_1) = Z (Z_1)$$

$$128.5 (0.055) = 128.5 (Z_1)$$

$$Z_1 = 0.055 (100)$$

$$Z_1 = 5.5\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$Y (Y_2) = Z (Z_2)$$

$$128.5 (0.945) = 128.5 (Z_2)$$

$$Z_2 = 0.945 (100)$$

$$Z_2 = 94.5\%$$

ANEXO 8. Balance de energía para la obtención de un Cereal reconstituido nivel de laboratorio.

- **Calor práctico del producto**



Q_1 = Calor de paredes frontal y posterior

Q_2 = Calor de paredes verticales

Q_3 = Calor de paredes horizontales

Q_4 = Calor que ingresa al sistema

Q_5 = Calor práctico del producto

- ✓ **Ecuación general para realizar el balance de energía**

Balance general: $Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$ (Batty)

Cálculo del calor de paredes frontal y posterior

Datos:

$$T_s = 28^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 26^\circ\text{C}$$

$$L = 0.70 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Dónde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(28 + 26)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 27^\circ\text{C} + 273.15$$

$$T_f = 300.15^\circ\text{K}$$

✓ **Coeficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T} \quad ()$$

Dónde:

 β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{300.15^{\circ}K}$$

$$\beta = 3.3317 \times 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.15°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de Ingeniería de Alimentos Batty

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_a)\delta^3 L^3}{\mu^2} \quad (Batty)$$

Dónde:

g = Gravedad

 β = Coeficiente isobárico de expansión T_s = Temperatura de la superficie T_a = Temperatura de la corriente de aire δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$K = 0.02625 \text{ W/m}^{\circ}C$$

$$\mu = 1.9833 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\delta = 1.1769 \text{ Kg/m}^3$$

$$Pr = 0.70797$$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_a)\delta^3 L^3}{\mu^2}$$

$$h = 1.9234 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}C$$

✓ **Área de las paredes frontal y posterior**

$$A = b \times a$$

Dónde:

b = base (m)

a = altura (m)

Área de las paredes frontal y posterior



$$A = b \times a$$

$$A = (0.60\text{m} \times 0.70\text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.84\text{ m}^2$$

✓ Calor de las paredes frontal y posterior

$$Q_1 = h \times A \times \Delta T \text{ (Batty)}$$

$$Q_1 = 1.9234\text{ W/m}^2\text{°C} \times 0.84\text{ m}^2 \times (70 - 26)\text{°C}$$

$$Q_1 = 71.09\text{ W}$$

Cálculo del calor de las paredes verticales

Datos:

$$T_s = 29\text{°C}$$

$$T_\infty = 27\text{°C}$$

$$L = 0.50\text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Dónde:

T_s = Temperatura de la superficie (°C)

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire (°C)

L = Longitud

$$T_f = \frac{(29 + 27)\text{°C}}{2}$$

$$T_s = 28\text{°C} + 273.15 = 301.15\text{°K}$$

✓ Coeficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Dónde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura (°C)

$$\beta = \frac{1}{300.15\text{°K}}$$

$$\beta = 3.33 \times 10^{-3}$$

transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)\delta^2 L^3}{\mu^2}$$

Dónde:

g = Gravedad (m/s^2)

β = Coeficiente isobárico de expansión ($1/^\circ K$)

T_s = Temperatura de la superficie ($^\circ C$)

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire ($^\circ C$)

δ = Densidad (Kg/m^3)

μ = Viscosidad ($Kg/m.s$)

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$K = 0.02625 \text{ W/m.}^\circ C$

$\mu = 1.9832 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}$

$\delta = 1.1768 \text{ Kg/m}^3$

$Pr = 0.7079$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)\delta^2 L^3}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{m}{s^2} * 3.33 * 10^{-3} (29 - 27)^\circ C (1.1768 \frac{Kg}{m^3})^2 0.50^3}{(1.9832 \times 10^{-5} \frac{Kg}{m.s})^2}$$

$$G_r = 2.8726 * 10^7$$

$$G_r * Pr = 2.8726(10)^7 * 0.7079$$

$$G_r * Pr = 2.0335 * 10^7$$

$$\log_{10} Gr * Pr = 7.308$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$$\log_{10} N_u = 1.64$$

$$N_u = 10^{1.64}$$

$$N_u = 43.65$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde N_u = Número de Nusselh = Coeficiente de transferencia de calor ($W/m^2\text{°C}$)

D = Diámetro (m)

K = Propiedades del aire ($W/m\text{°C}$)

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{43.65 * 0.02629 \text{ W/m. } \text{°C}}{0.50 \text{ m}}$$

$$h = 2.2951 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

✓ **Área de las paredes verticales**

Área de las paredes verticales

$$A = b * a$$

**Dónde:**

b = base (m)

a = altura (m)

$$A = b * a$$

$$A = (0.50 \text{ m} * 0.70 \text{ m}) * 2$$

$$A = 0.70 \text{ m}^2$$

✓ **Calor de las paredes verticales**

$$Q_2 = h * A * \Delta T$$

$$Q_2 = 2.2951 \text{ W/m}^2\text{°C} * 0.70 \text{ m}^2 * (70 - 26)\text{°C}$$

$$Q_2 = 70.69 \text{ W}$$

Cálculo del calor de las paredes horizontales**Datos:**

$$T_s = 28\text{°C}$$

$$T_\infty = 26\text{°C}$$

$$L = 0.60 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Dónde: T_s = Temperatura de la superficie (°C) T_∞ = Temperatura de la corriente de aire (°C)

$$T_f = \frac{(28 + 26)\text{°C}}{2}$$

$$T_f = 27\text{°C} + 273.15 = 300.15\text{K}$$

✓ **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T} \qquad \beta = \frac{1}{300.15^{\circ}K} = 3.3317 \times 10^{-3}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

Lecturas tomadas a 300.15°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty.

$$Gr = \frac{g\beta(T_s - T_a)\delta^2 L^3}{\mu^2}$$

Dónde:

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_a = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

g = 9.8 m/s²

K = 0.02625 W/m.°C

μ = 1.9833x 10-5 Kg/m. s

δ = 1.1769 Kg/m³

Pr = 0.70797

$$Gr = \frac{g\beta(T_s - T_a)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$Gr = \frac{9.8 \frac{m}{s^2} \times 3.3317 \times 10^{-3} (28 - 26)^{\circ}C (1.1769 \frac{Kg}{m \cdot s})^2 0.60^3}{(1.9833 \times 10^{-5} \frac{Kg}{m \cdot s})^2}$$

$$Gr = 4.9668 \times 10^7$$

$$Gr * Pr = 4.9668 (10)^7 * 0.70797$$

$$Gr * Pr = 3.5164 \times 10^7$$

$$\log_{10} Gr * Pr = 7.54$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$$\log_{10} N_u = 1.57$$

$$N_u = 10^{1.57}$$

$$N_u = 37.15$$

$$N_u = \frac{h \cdot L}{K}$$

$$h = \frac{N_u \cdot K}{L}$$

Dónde:

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{37.15 \cdot 0.02625 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}}{0.60 \text{ m}}$$

$$h = 1.6253 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

✓ **Área de las paredes horizontales**

$$A = b \cdot a$$

Dónde:

b = base (m)

a = altura (m)

Área de las paredes horizontales



$$A = b \cdot a$$

$$A = (0.50 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.60 \text{ m}^2$$

✓ **Calor de las paredes horizontales**

$$Q_3 = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q_3 = 1.6253 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0.60 \text{ m}^2 \cdot (70 - 26) ^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 42.91 \text{ W}$$

Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador

$$Q_4 = vol * amp$$

Datos:

$$Q_4 = (110 * 9.5)W$$

Vol. = 110 vol

Amp = 9.5 amp.

$$Q_4 = \frac{1045}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} \times 7 \text{ horas}$$

$$Q_4 = 304.79 \text{ Watts}$$

Cálculo del calor práctico del producto

Balance general

$$Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$$

$$Q_5 = 304.79 - 42.91 - 70.69 - 71.09 \text{)}W$$

$$Q_5 = 120.10 \text{ W}$$

Cálculo del calor teórico del producto

✓ **Calor específico del Cereal**

Datos:

% Humedad = 5.5 %

% sólidos = 94.5 %

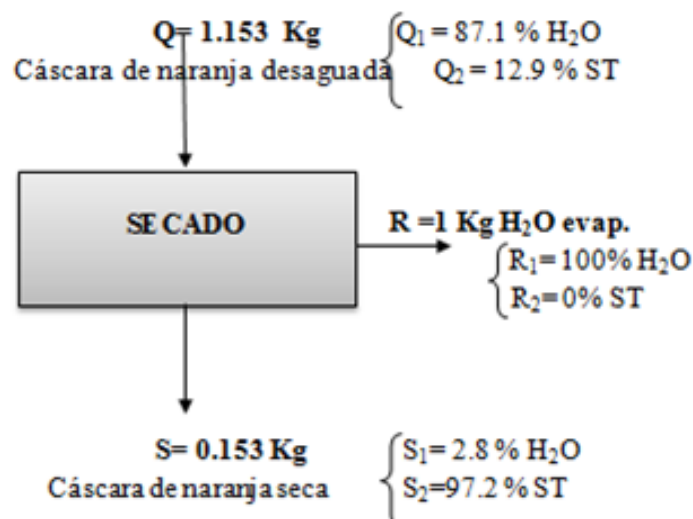
$C_{p\text{agua}} (70^\circ\text{C}) = 4.19 \text{ KJ / Kg. }^\circ\text{C}$ (Batty)

$C_{p\text{Solido}} = 1.38 \text{ KJ / Kg. }^\circ\text{C}$ (Batty)

$$C_{p\text{cereal}} = \frac{5.5}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg.}^\circ\text{C} + \frac{94.5}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg.}^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{cereal}} = 1.5346 \text{ KJ/Kg.}^\circ\text{C}$$

✓ **Calor sensible**



Datos:

$$M = 0.153 \text{ kg}$$

$$C_{pT4} = 1.78 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = (70 - 26) ^\circ\text{C} = 44 ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 0.153 \text{ Kg} * 1.5346 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * 44 ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 10.33 \frac{\text{KJ}}{\text{7h}} * \frac{1\text{h}}{3600 \text{ s}} * \frac{1\text{KW}}{1 \text{Kj/seg}} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{KW}}$$

$$Q_s = 0.41 \text{ W}$$

✓ **Calor latente****Datos:**

$$M_{\text{agua}} = 1 \text{ kg}$$

$$h_{fg70^\circ\text{C}} = 2333.8 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} * h_{fg60^\circ\text{C}}$$

$$Q_l = 1\text{Kg} * 2333.8 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 2333.8 \frac{\text{KJ}}{7\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600 \text{ s}} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{KW}}$$

$$Q_l = 92.61 \text{ W}$$

✓ **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_L)$$

$$Q_T = (92.61\text{W} + 0.41)\text{W}$$

$$Q_T = 93.02 \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 111.62 \text{ W}$$

Porcentaje de eficiencia del secador

$$\%E = \frac{\text{Calor teórico del producto}}{\text{calor práctico del producto}} * 100$$

$$\%E = \frac{111.62 \text{ W}}{120.10 \text{ W}} * 100$$

$$\%E = 92.94 \%$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor✓ **Área de la superficie de las bandejas utilizadas para secar**

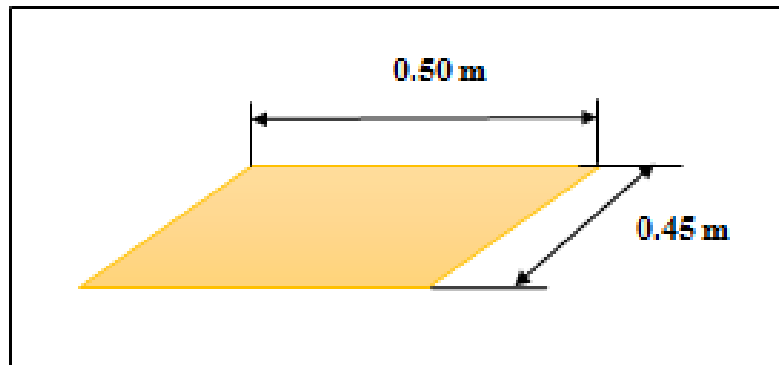
$$A = b * a$$

Dónde:

b = base (m)

a = altura (m)

Area de las bandejas del secador



$$A = (0.50 \times 0.45) \text{ m}$$

$$A = 0.225 \text{ m}^2 \times 3 \text{ bandejas}$$

$$A = 0.675 \text{ m}^2$$

Formula Calor: $Q = U \times A \times \Delta T$

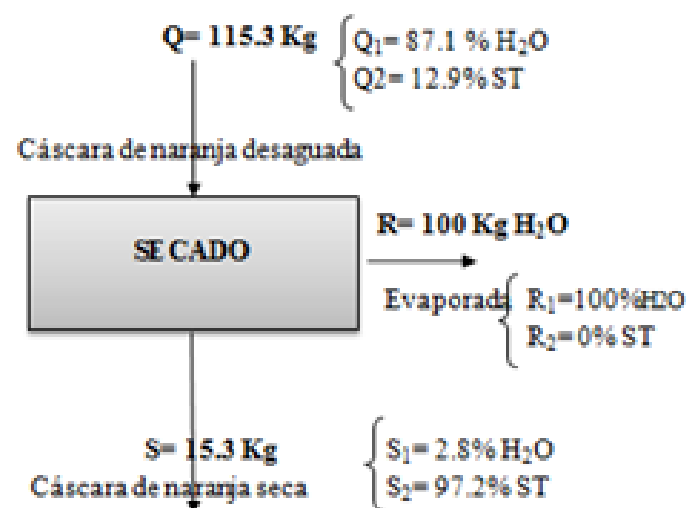
Entonces: $U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$

$$U = \frac{120.10 \text{ W}}{0.675 \text{ m}^2 \times 44^\circ\text{C}}$$

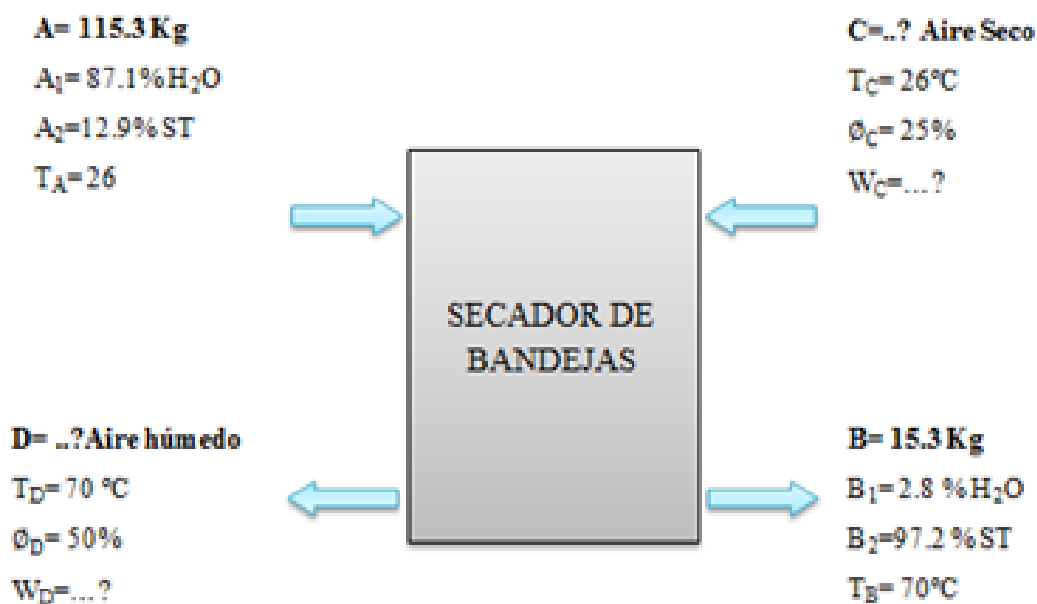
$$U = 4.04 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

Balance de energía para la obtención de un Cereal reconstituido de avena con alto contenido de fibra a nivel de planta piloto.

✓ **Area de transferencia de calor**



✓ **Flujo másico de aire**



✓ **Cálculo de la humedad absoluta del aire que ingresa w_C**

$$\phi_C = \frac{P_V}{P_g} = 25$$

$$P_g(26^\circ\text{C}) = 3.3844 \text{ KPa}$$

$$P_V = P_g \times \phi_C$$

$$P_V = 3.3844 \text{ KPa} \times 0.25$$

$$P_V = 0.8461 \text{ KPa}$$

$$w_C = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_C = 0.622 \frac{0.8461}{101.3 - 0.8461}$$

$$w_C = 0.0052 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

✓ **Cálculo de la humedad absoluta del aire que sale w_D**

$$\phi_D = \frac{P_V}{P_g} = 50$$

$$P_g(70^\circ\text{C}) = 31.19 \text{ KPa}$$

$$P_V = 31.19 \text{ KPa} \times 0.50$$

$$P_V = 15.59 \text{ KPa}$$

$$w_D = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_D = 0.622 \frac{15.59}{101.3 - 15.59}$$

$$w_D = 0.11 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

✓ **Balance húmedo del sistema**

Balance general

$$A + C = B + D$$

$$A - B = D - C$$

$$115.3 - 15.3 = D - C$$

$$C = D - 100$$

Balance de agua

$$A(w_A) + C(w_C) = B(w_B) + D(w_D)$$

$$115.3 (0.871) + (D - 100)(0.0052) = 15.3 (0.028) + D(0.11)$$

$$100.43 + 0.0052 D - 0.52 = 0.4284 + 0.11 D$$

$$100.43 - 0.52 - 0.4284 = 0.11 D - 0.0052 D$$

$$99.48 = 0.1048 D$$

$$D = 949.24 \text{ Kg aire húmedo}$$

Balance total

$$C = 949.24 - 100$$

$$C = 849.24 \text{ kg aire seco}$$

✓ **Cantidad de calor total del secador**

$$Q = M_{pe} C_{pe} (T_{pe} - T_{pt}) + M_a (C_a (T_{ae} - T_{al}) + w_{al} (h_{ve} - h_{vl})) + M_{evap} (h_{ve} - h_{vl}) + Q_{perdido}$$

En donde

Q = Transferencia de calor que se necesita

M_{pe} = Velocidad de flujo de la masa del producto que sale del sistema = 15.3 Kg

C_{pe} = Calor específico del producto a la salida = 1.5346 KJ/Kg. °C

T_{pe} = Temperatura del producto a la salida = 70 °C

T_{pi} = Temperatura del producto a la entrada = 26 °C

Ma= Velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador = 849.24 kg aire seco

Ca= Calor específico a presión constante del aire seco=1.0035 KJ/(Kg °C)

Tae= Temperatura del aire a la salida = 70 °C

Tai= Temperatura del aire a la entrada =26 °C

wai= Humedad absoluta del aire que entra al secador = 0.0052 KgH₂O/ Kgaireseco aire seco

hve= Entalpía del vapor de agua en la salida del aire= 2626.8 KJ/Kg

hvi= Entalpía del vapor de agua en la entrada del aire = 2549.02 KJ/Kg

M(evap)= Velocidad de evaporación dentro del secador = 100 Kg agua evaporada

hli= Entalpía del agua líquida en la entrada del producto = 109.07 KJ/Kg

Qperdido= Pérdida del calor a través de las paredes por fuga del aire

$$Q = 15.3 \text{ Kg} * 1.5346 \text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (70-26)^\circ\text{C} + 849.24 \text{ kg aire seco} (1.0035 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C} (70 - 26)^\circ\text{C} + 0.0052 \text{ KgH}_2\text{O} / \text{Kg aire seco} (2626.8 - 2549.02) \text{ KJ} / \text{Kg}) + 100 \text{ Kg} (2626.8 \text{ KJ}/\text{Kg} - 109.07) \text{ KJ} / \text{Kg} + Q_{\text{perdido}}$$

$$Q = (1033.09 + 37840.82 + 251773) \text{ KJ} + Q_{\text{perdido}}$$

$$Q = 290646.91 \text{ KJ} + 20\%$$

$$Q = 58129.38 \text{ KJ}$$

$$Q = 58129.38 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} * \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}} * \frac{1 \text{ W}}{1 \text{ J}/\text{seg}}$$

$$Q = 2306.72 \text{ W}$$

✓ Cálculo del área

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T}$$

$$A = \frac{2306.72 \text{ W}}{4.04 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}} * 44^\circ\text{C}}$$

$$A = 12.98 \text{ m}^2$$

Dimensionamiento del secador

✓ Número de bandejas

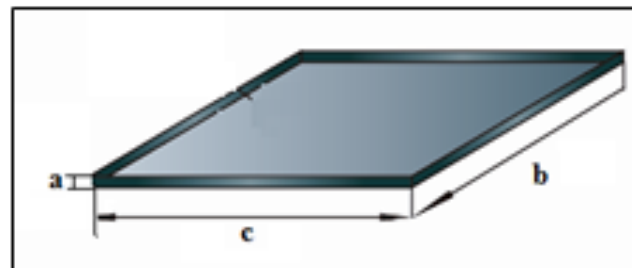
$$\# \text{ de bandejas} = \frac{\text{Masa Total}}{\text{Masa asumida en cada bandeja}}$$

$$\# \text{ de bandejas} = \frac{115.3 \text{ Kg}}{3.8 \text{ Kg}}$$

$$\# \text{ de bandejas} = 30$$

Debido al número de bandejas y con la finalidad de facilitar la manipulación del secador, se utilizarán 2 secadores idénticos (de 15 bandejas cada uno), cuyo dimensionamiento se presenta a continuación.

✓ Área de las bandejas del secador



Datos: $A = 12.98 \text{ m}^2 / 2 (\text{secadores}) = 6.49 \text{ m}^2$

$$A = \frac{6.49 \text{ m}^2}{15 \text{ bandejas}} = 0.43 \text{ m}^2 \text{ área de cada bandeja}$$

$$A = L^2$$

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{0.43 \text{ m}^2} = 0.65 \text{ m}$$

Entonces:

$$L = b$$

$$b = 0.65 \text{ m}$$

Asumir:

$$a = 0.03 \text{ m}$$

Relación:

$$c = 1.50 b$$

$$c = 1.50 (0.65 \text{ m})$$

$$c = 1 \text{ m}$$

Dimensionamiento de cada bandeja = 1 m largo * 0.80 m de ancho.

✓ **Dimensionamiento de la parte interna del secador**

Asumir:

Espacio entre bandejas = 0.10 m

Espacio superior del secador (primera bandeja-superficie del secador) = 0.1 m

Espacio inferior del secador (ultima bandeja-base el secador)= 0.1 m

Espacio lateral interno = 0.05 m de cada lado

$$\text{Altura interna del secador} = \frac{\text{Espacio entre bandejas} + \text{altura bandeja}}{1 \text{ bandeja}}$$

$$\text{Altura interna del secador} = \frac{0.10\text{m} + 0.02 \text{ m}^*}{1 \text{ bandeja}} \times 15 \text{ bandejas} = 1.8 \text{ metro}$$

Ancho interno del secador = ancho de la bandeja

Ancho interno del secador = 0.80 m

✓ **Dimensionamiento de la parte externa del secador**

Altura externa del secador= Altura interna + Espacio superior + Espacio inferior

Altura externa del secador= 1.80 + 0.1 + 0.1

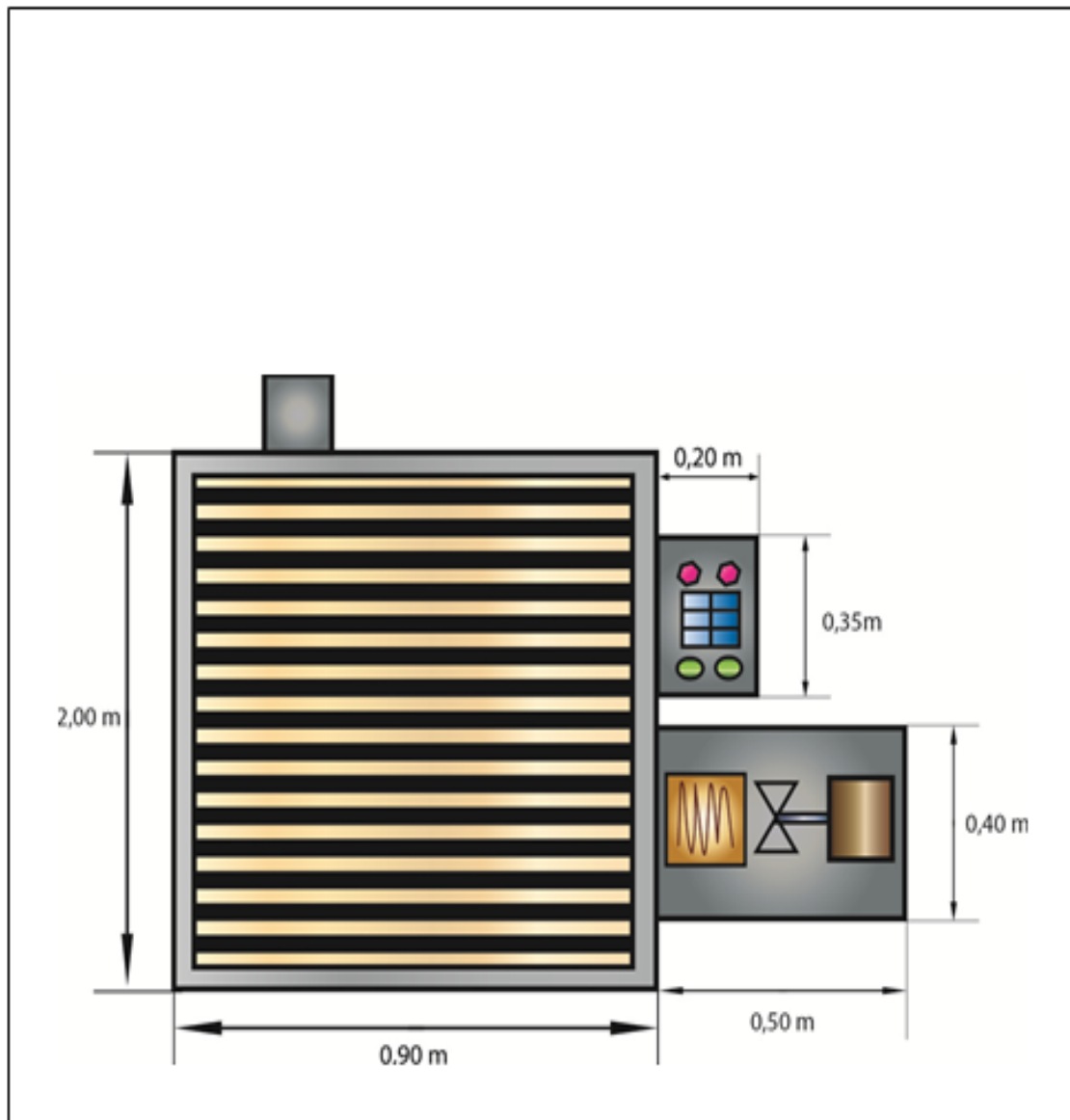
Altura externa del secador = 2 m

Ancho externo del secador= ancho interno del secador + Espacios laterales internos

Ancho externo del secador= 0.80 m + 0.05 m + 0.05 m

Ancho externo del secador = 0.90 m

ANEXO 9. Dimensionamiento del secador de bandejas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Verónica Salazar

Dibujó: Verónica Salazar

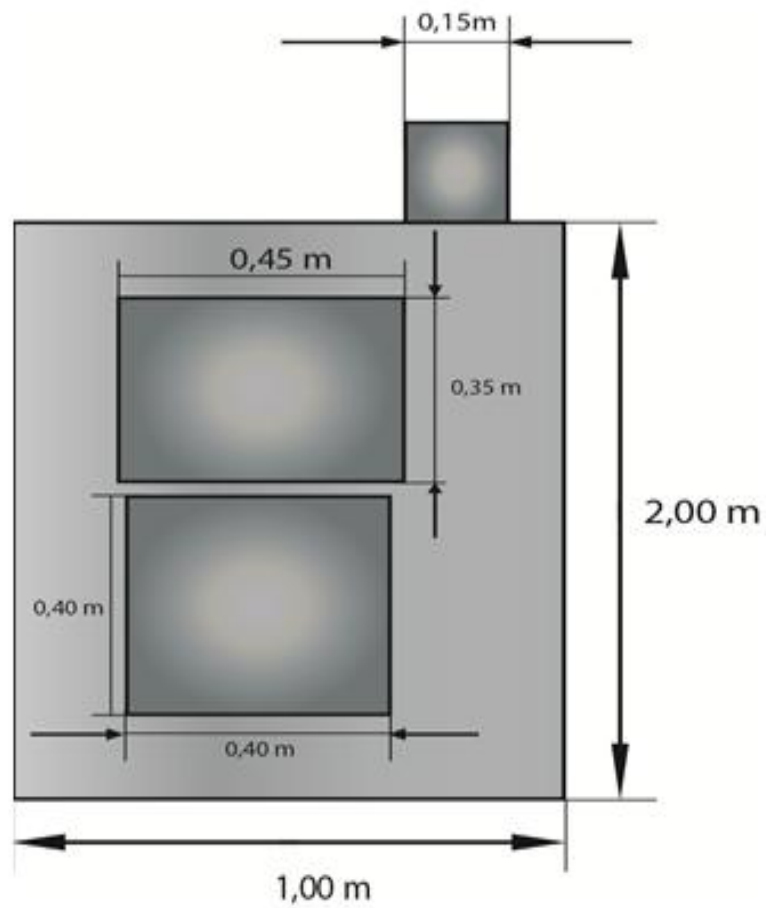
Aprobó: Ing.

VISTA FRONTAL DEL
SECADOR

Fecha: Enero 2015

Escala: 1:100

Plano: 1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Verónica Salazar

Dibujó: Verónica Salazar

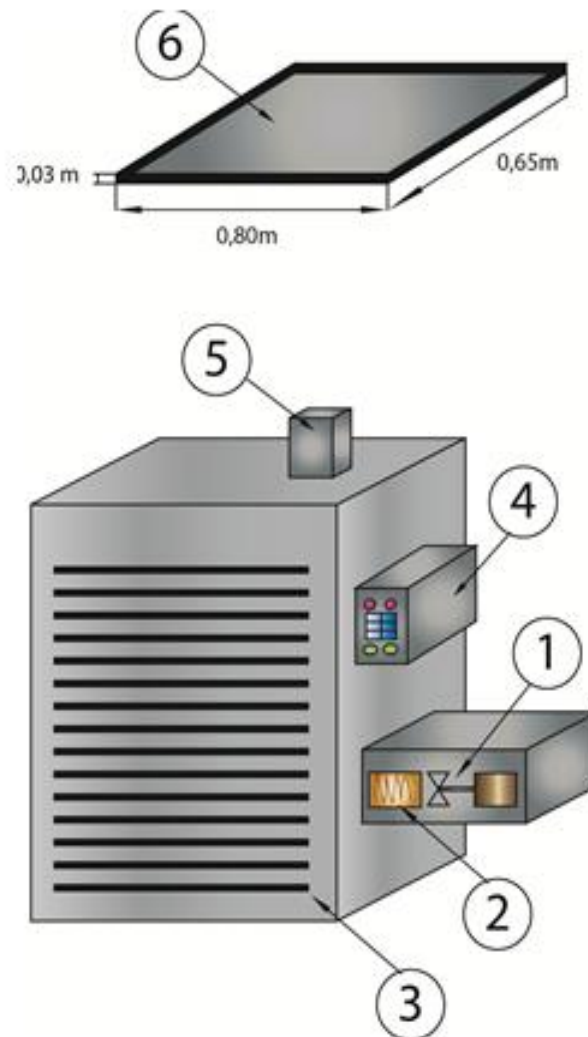
Aprobó: Ing.

**VISTA LATERAL
DE RECHA DEL
SECADOR**

Fecha: Enero 2015

Escala: 1:100

Plano: 2

**Simbología:**

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Ventilador | 5. Salida de aire húmedo |
| 2. Resistencia o Quemador | 6. Bandejas metálicas |
| 3. Entrada de aire seco | |
| 4. Controles de °T y T (min) | |

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Verónica Salazar**Dibujó:** Verónica Salazar**Aprobó:** Ing.**ESTRUCTURA Y
FUNCIONAMIENTO
DEL SECADOR****Fecha:** Enero 2015**Escala:** 1:100**Plano:** 3

C. Resultado de análisis

ANEXO 10. Análisis de fibra dietética de los tratamientos



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18280

SA 20166a

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 1-2	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	3,41	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD



Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18281

SA 20166b

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 3	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	1,93	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramírez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18282

SA 20166c

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 4-6	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	2,41	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18283

SA 20166d

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 5	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	3,4	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18284

SA 20166e

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 7	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	1,92	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramírez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18285

SA 20166f

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
		Hora Recepción:	13:40
Descripción:	MUESTRA CEREAL 8	Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	2,18	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18286

SA 20166g

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 9	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	1,88	MFQ-143	AOAC 985.29



Teresa Ramirez
Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18287

SA 20166h

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 10	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	4,48	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18289

SA 20166j

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
Descripción:	MUESTRA CEREAL 12-13	Hora Recepción:	13:40
		Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	4,46	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.18290

SA 20166k

Cliente:	SALAZAR VERONICA	Lote:	---
Dirección:	SANTO DOMINGO	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	25/11/2014
		Hora Recepción:	13:40
Descripción:	MUESTRA CEREAL 14	Fecha Análisis:	02/12/2014
		Fecha Entrega:	11/12/2014
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
FIBRA DIETETICA	%	4,79	MFQ-143	AOAC 985.29




Ing. Teresa Ramirez
DIRECTORA DE CALIDAD

ANEXO 11 . Análisis Bromatológico de los tratamientos



RESULTADOS: ANÁLISIS DE FIBRA , ACIDEZ, Ph

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. Verónica Salazar	Número Muest.	001-014
Tipo muestra:	CEREAL CASCARA DEL GRANO DE CACAO Y CASCARA NARANJA	Fecha Ingreso:	17/12/2014
Identificación:	001-014	Impreso :	16/12/2014
No. Laboratorio:	Desde: 000 1 Hasta:	Fecha entrega:	16/12/2014

IDENTIFICACIÓN	% FIBRA	% ACIDEZ EXPRESADO COMO ACIDO CITRICO	pH
001-014	10.30	0.08	5.25
2	10.20	0.10	5.22
004-011	11.00	0.13	5.2
005-009	10.70	0.13	5.15
6	10.30	0.09	5.23
7	10.60	0.13	5.20
8	9.80	0.07	5.27
10	11.01	0.10	5.23
12	11.50	0.08	5.26
13	10.30	0.10	5.21
003-015	6.70	0.06	5.32


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjar6@yahoo.com

ANEXO 12. Análisis Bromatológico del Concentrado



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta . Veronica Salazar	Número Muest.:	4830
Tipo muestra:	Cascará de naranja y cascara de cacao	Fecha Ingreso:	19/01/2015
Identificación:		Impreso :	03/02/2015
No. Laboratorio: Desde: 000 1	Hasta:	Fecha entrega:	04/02/2015

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	8.31	16.16	5.70	7.01	21.66	41.16
Seca	0.00	17.62	6.22	7.65	23.62	44.89

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjar6@yahoo.com

ANEXO 13. Análisis Bromatológico del Cereal Reconstituido



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. Verónica Salazar	Número Muest.:	4788
Tipo muestra:	Cereal de cascara de cacao + cascara naranja	Fecha Ingreso:	12/01/2015
Identificación:	T12	Impreso :	23/01/2015
No. Laboratorio: Desde:	000 1 Hasta:	Fecha entrega:	24/01/2015

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	4.34	18.18	10.64	5.02	11.48	50.35
Seca	0.00	19.00	11.12	5.25	12.00	52.63

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjar6@yahoo.com

ANEXO 14. Análisis Microbiológico del Cereal Reconstituido



RESULTADOS: ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

Datos del cliente	Referencia
Solicitante: SRTA. VERONICA SALAZAR	Número de muestra: 4788
Tipo de muestra: CEREAL	Fecha ingreso: 12/01/2015
Identificación: T12 (CASCARA DE CACAO + NARANJA)	Fecha de impresión: 23/01/2015
Sitio del muestreo:	Fecha de entrega: 23/01/2015

EXAMEN ORGANOLÉPTICO

Color	:	Característico
Granulometría	:	uniforme
Número de muestras	:	1 unidad
Materia extraña visible	:	Ausencia

IDENTIFICACION : "CEREAL DE CÁSCARA DE CACAO Y CÁSCARA DE NARANJA "

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Coliformes totales	ufc /g	< 10	AOAC991.14
Coliformes fecales	ufc /g	< 10	AOAC991.14
Aerobios mesófilos totales	ufc /g	⁽²⁾ 70	AOAC990.12
Mohos y levaduras	upc /g	< 10	AOAC 997.02

Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com



Dilución aplicada -1, -2


La muestra analizada, **Si** cumple con el criterio referencial comparativo de las normas, NTE INEN 2471: 2010, Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos.

Los resultados obtenidos solo se aplica al lote analizado

⁽²⁾: Nivel de rechazo mayor a 1×10^2 u.f.c /g

< 10: Se interpreta como ausencia

ATENTAMENTE


Dra. MARÍA MARTINEZ
JEFE DE LABORATORIO

Dirección:

Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com

A. Rendimiento y Costo de Producción

ANEXO 15. Rendimiento de la obtención del concentrado (harina de cáscara de naranja y cacao) del Cereal Reconstituido

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Kg de concentrado obtenido}}{\text{Kg de cáscara de cacao y naranja que ingresa}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{0.285 \text{ Kg}}{2 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 14.25\%$$

Rendimiento del proceso de elaboración del Cereal Reconstituido de avena con alto contenido de fibra

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Kg cereal reconstituido obtenido}}{\text{Kg de producto que ingresa}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{1.285 \text{ Kg}}{3 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 42.83 \%$$

ANEXO 16. Costo de producción del Cereal Reconstituido de avena con alto contenido de fibra

MATERIA PRIMA E INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Cáscara de cacao	1	Kg	0,1	0,10
Cáscara de naranja	1	Kg	0,1	0,10
Avena molida	0.728	Kg	2.52	1.83
Azúcar en polvo	0.253	Kg	2.20	0.56
Carragenina	0,019	Kg	25	0.48
Envases plásticos	20	unitario	0,1	2.00
COSTO A				5.07
OTROS COSTOS	% CON RELACIÓN COSTO A			TOTAL
UTILIDAD	30%			1.52
MANO DE OBRA	10%			0.50
ENERGÍA	10%			0.50
PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA	5%			0.25
COSTO B				2.77
COSTO TOTAL = COSTO A + COSTO B				7.84

Precio Unitario por cada 200 gr de cereal reconstituido

Kg obtenidos de cereal reconstituido = 1.285 kg

$$\text{Precio Unitario} = \frac{0.2 \text{ kg} \times \$7.84}{1.285 \text{ Kg}}$$

Precio Unitario = 1.22 dólares por cada envase de 200 gr

B. Fotografías

ANEXO 17. Fotografías de la elaboración del del Cereal Reconstituido



C. Etiqueta

ANEXO 18. Etiqueta del Cereal Reconstituido de avena con alto contenido de fibra



D. Formato de hoja de catación hedónica para el Cereal Reconstituido

ANEXO 19. Prueba sensorial mediante catación del Cereal Reconstituido

Hoja de cata

PRESENTACION DEL PRODUCTO

Nombre del producto: Cereal reconstituido de avena con alto contenido de fibra empleando cáscara de naranja y cacao

Tipo de Producto: Cereal

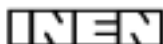
INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN	GRADO DE AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN
No me gusta	Captación muy ligera del atributo	(0)
No me gusta ni me disgusta	Captación ligera en del atributo.	(1)
<i>Me gusta moderadamente</i>	Captación moderada del atributo	(2)
Me gusta marcadamente	Captación marcada del atributo	(3)**
Me gusta intensamente	Captación altamente intensa del atributo	(4)

MUESTRA	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta marcadamente	Me gusta intensamente

AROMA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TEXTURA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SABOR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
COLOR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

E. Norma INEN 2471 : 2010 Mezclas en polvo para prepara refrescos o bebidas instantáneas.

ANEXO 20. Norma Inen 2471 : 2010. Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 471:2010

MEZCLAS EN POLVO PARA PREPARAR REFRESCOS O BEBIDAS INSTANTANEAS. REQUISITOS.

Primera Edición

POWDERED BEVERAGE BASES. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, mezclas en polvo para refrescos, requisitos.
AL 04.05-401
CDU: 664
CIU: 3121
ICS: 67.160.20

ODJ: 664
ICS: 67.160.20



OSU: 9121
AL 04.05-401

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	MEZCLAS EN POLVO PARA PREPARAR REFRESCOS O BEBIDAS INSTANTANEAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2 471:2010 2010-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas por reconstitución con agua o con leche. Se excluye a las bebidas instantáneas mateadas, achocolatadas, con base de cereales, con base de café, derivados u otras bebidas estimulantes.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Son los productos constituidos por azúcares o mezclas de azúcares y edulcorantes autorizados o mezclas de edulcorantes autorizados, acidulantes, saborizantes, colorantes, con o sin adición de enturbiantes y otros ingredientes.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas deberán fabricarse bajo condiciones sanitarias apropiadas.</p> <p>4.2 Este producto debe estar libre de insectos, restos de insectos, larvas o huevos, materias extrañas.</p> <p>4.3 La evaluación de los aditivos se debe realizar en el producto reconstituido de acuerdo a las instrucciones del fabricante.</p> <p>4.4 Se permite la adición de colorantes, aromatizantes, saborizantes, estabilizantes y espesantes, aprobados en la NTE INEN 2 074 y en otras disposiciones legales vigentes.</p> <p>4.5 Como regulador de acidez se podrá adicionar los ácidos y sus sales, permitidos en la NTE INEN 2 074 o en las otras disposiciones legales vigentes.</p> <p>4.6 Se podrán utilizar los edulcorantes naturales y artificiales permitidos en la NTE INEN 2 074 o en las otras disposiciones legales vigentes.</p> <p>4.7 Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límite máximo de 400 mg/kg</p> <p>4.8 Se podrán adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2.</p> <p>4.9 Las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas podrán tener un sólo sabor o tener sabores combinados.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		
<p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, mezclas en polvo para refrescos, requisitos.</p>		

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos. Los refrescos o bebidas preparadas a partir de las mezclas en polvo definidas en 2.1 deben tener sabor, aroma y apariencia característicos del producto, libre de olores y sabores extraños u objetables.

5.2 Requisitos físico-químicos. Las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas deben cumplir con lo especificado en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos

	Max	Método de ensayo
Humedad, % m/m	5,0	NTE INEN 265
pH, en producto reconstituido	4,2	NTE INEN 389

5.3 Contaminantes. Los límites máximos de los contaminantes no deben superar lo establecido en el Codex Alimentario (Codex Stam 193:1996) o el FDA.

5.4 Requisitos microbiológicos

5.4.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.4.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud

5.4.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/g	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/g	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP ufc/g	3	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras upc/g	3	$5,0 \times 10^1$	—	0	NTE INEN 1529-10

Donde:

- ufc unidades formadoras de colonia
- upc unidades propagadoras de colonias
- n número de unidades
- m nivel de aceptación
- M nivel de rechazo
- c número de nuestras comprendidas entre m y M

(Continúa)

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 476.

6.2 Aceptación o rechazo. Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

7.2 El producto se debe envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1334-1, 1334-2, y en las otras disposiciones legales vigentes.

8.2 En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.

8.3 Cuando se utilicen representaciones gráficas, figuras o ilustraciones en productos cuyo sabor sea conferido por un saborizante artificial, en la etiqueta del alimento junto al nombre del mismo en el panel principal y claramente legible, debe aparecer la expresión "sabor artificial".

8.4 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

(Continúa)